ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les changements de dimensions et de volume que les organes et tissus des végétaux éprouvent sous l'influence de la dessiccation;* par M. **Berthelot.**

« En poursuivant mes recherches sur la dessiccation des organes et tissus végétaux, tant dans les conditions naturelles et spontanées que dans des conditions artificielles de température et de sécheresse absolue de l'air, j'ai été conduit à examiner les changements de dimensions et de volume que ces organes et tissus subissent sous l'influence des conditions diverses de leur dessiccation. Ce sont là des problèmes qui ne manquent pas d'intérêt à plus d'un point de vue, soit en théorie, soit dans les applications scientifiques et industrielles.

» Ils touchent d'abord à la stabilité et à l'état de santé de l'être vivant, lesquels sont subordonnés à l'équilibre relatif des différentes portions de son organisme. Ils interviennent dans les pratiques relatives à la conservation et à l'emploi des matières végétales et animales, à leur capacité physique pour l'absorption des liquides : la menuiserie et la construction du bâtiment, la fabrication et la mise en œuvre des tissus et des papiers sont obligées d'en tenir compte, et il serait facile de multiplier les exemples de leur utilité.

» Je me bornerai aujourd'hui à résumer les résultats de mes observations et expériences sur les tiges et feuilles de certaines plantes annuelles : expériences parallèles et simultanées avec celles relatives à leurs changements de poids et de constitution, signalées dans mes Notes précédentes. J'ai opéré

sur quatre Graminées : la Fétuque des prés; le Blé; le Maïs; le *Gynerium argenteum;* et sur le papier.

» Les tiges et feuilles étaient coupées en fragments, normalement à leur axe; on y marquait des points de repère et l'on mesurait à l'air libre du cabinet d'instruments :

» 1° La distance entre deux de ces points bien définis, parallèlement à l'axe, à l'aide de la lunette d'un viseur, à un dixième de millimètre près.

» 2° Les variations de diamètre des tiges, ou d'épaisseur des feuilles, à l'aide d'un palmer, à un centième de millimètre près. Pour les tiges, on opère sur différentes directions, toutes normales à l'axe. Dans les tiges circulaires (fétuque, blé) les mesures répondant au même point sont identiques, ou à peu près; on en prend la moyenne. Quand la tige n'est pas circulaire, mais à coupe à peu près elliptique, comme dans le maïs, on effectue les mesures suivant deux directions rectangulaires. Pour chaque échantillon de tige, dont on mesurait la longueur, on mesurait les diamètres en trois points distincts, toujours nettement définis : l'un voisin du haut de la plante, sans en être trop rapproché; l'autre vers le bas; enfin un autre intermédiaire.

» 3° On a pris soin de déterminer, aux mêmes époques et dans des conditions semblables, sur des échantillons de plante prélevés simultanément, les variations de poids, comme termes de comparaison.

» Voici les résultats observés :

I. — Fétuque des prés.

Tiges vertes, fraîchement coupées. Ces tiges sont creuses, comme celles du Blé.

» 1. *Dessiccations successives à l'air, puis à* 110°. — *Échantillon* (*a*) :

		Diamètre.		
Date.	L. Longueur.	H. Partie haute.	M. Milieu.	B. Partie basse.
	mm	mm	mm	mm
21 septembre 1904. $t = 12°$ à 14°. État initial.	97,0	2,023	2,030	1,943
26 septembre. (5 jours à l'air).	95,8	1,760	1,787	1,747
30 septembre. 4 jours. Air plus humide. $t = 12°$ à 14°.	96,2	1,747	1,787	1,753
1er octobre. Dessiccation à 110°. 10h.	96,3	1,717	1,700	1,753

» La marche simultanée de la dessiccation sur un échantillon pareil est définie par le Tableau suivant :

100 parties séchées à 110° étaient unies à froid avec.........	228,0 eau
100 parties (séchées à 110°) retenaient, après 10 jours de dessiccation antérieure à la température ordinaire............	21,1 eau

La tige avait perdu en 2 jours.......	61,2	centièmes de son eau totale
Du troisième au cinquième jour.....	24,7	
Du sixième au neuvième jour........	4,8	
Du neuvième au dixième jour.......	0,1	
Il restait : eau évaporable à 110°.....	9,2	
	100,0	

» *Échantillon* (*b*). — Mêmes époques et conditions, sauf l'existence d'un nœud (choisi exprès) en B.

	L.	H.	M.	B.
21 septembre...........	171,5	1,543	1,830	2,370
26 septembre...........	170,4	1,220	1,443	1,330
30 septembre...........	170,5	1,227	1,460	1,347
1er octobre. 110°........	170,5	1,200	1,447	1,303

» *Échantillon* (*c*). — Résultats analogues à (*a*).

» 2. *Dessiccation immédiate à* 110°, puis reprise d'eau à l'air ordinaire, aux dépens de la vapeur qu'il renfermait. — *Échantillon* (*d*) :

	L.	H.	M.	B.
21 septembre. État initial..........	193,7	1,633	1,657	1,583
Puis 6 heures à 110°...............	192,6	1.073	1,267	0,940
Après remise à l'air pendant 4 jours.	192,6	1,110	1,250	0,953

» *Échantillons* (*e* et *f*). — Résultats analogues dans l'expérience (*f*); la tige s'était tordue en spirale, ce qui rendait les mesures plus difficiles et plus incertaines.

» 3. *Tiges traitées par les dissolvants neutres, à froid.* — *Échantillon* (*g*) :

	L.	H.	M.	B.
22 septembre. État initial..........	139,4	1,727	1,627	1,837
Tige plongée dans l'éther 15 minutes, puis abandonnée à l'air libre pendant 15 minutes................	137,3	1,693	1,637	1,827
La même tige plongée ensuite dans l'alcool absolu pendant 30 minutes, puis 30 minutes dans un courant d'air...........................	138,3	1,557	1,597	1,813
La même ensuite plongée dans l'eau distillée 30 minutes, essuyée avec du papier buvard, et mesurée telle quelle, humide.................	137,9	1,650	1,633	1,807
La même séchée ensuite à 110°.....	137,8	1,257	»	1,233
La même après 4 jours de séjour à l'air libre......................	138,2	1,403	»	1,317

» Il résulte de ces observations que :

» 1° La tige de Fétuque n'éprouve dans sa longueur, c'est-à-dire dans le sens des fibres ou vaisseaux, que des variations très faibles par la dessiccation, soit à l'air, soit à 110°; ainsi que par les traitements au moyen des dissolvants neutres et même par l'humectation.

» 2° Au contraire, le diamètre des tiges est modifié au cours de ces différentes manipulations. Il a diminué de 10 à 20 centièmes, suivant les échantillons, par simple dessiccation à l'air. La diminution peut s'élever au quart et même au tiers, par la dessiccation à 110°. Cependant, l'effet de ce dernier terme de la dessiccation est d'ordinaire fort inférieur au premier; parfois cependant il en diffère à peine. La variation de dimension au nœud est très forte.

» 3° Les variations du diamètre sont beaucoup plus faibles que les variations de la dose d'eau perdue au cours des mêmes traitements; ces dernières variations sont, d'ailleurs, fort accusées à l'air, surtout pendant les premiers jours.

» 4° Après que la plante a été séchée à 110°, son diamètre change très peu par la reprise d'humidité à l'air ordinaire.

» 5° D'après les mesures, la tige de la Fétuque est sensiblement circulaire et elle demeure telle pendant les différentes phases de sa dessiccation.

» 6° D'après le calcul géométrique, les variations de diamètre répondent à des changements considérables dans la capacité du vide intérieur des tiges : un tiers, par exemple, pour les dessiccations à froid et moitié à 110°. Or ces diminutions sont à peu près définitives, d'après ce qui vient d'être dit.

» 7° De là diverses conséquences pratiques fort importantes, relatives soit à la diminution de l'espace occupé par une certaine masse de plante verte, qui se dessèche, dans des conditions égales de compression, bien entendu; soit à la puissance absorbante du foin, ou des pailles de céréales employées comme litières, couvertures, etc.

» 8° Les tiges, traitées par des dissolvants neutres divers, particulièrement par l'alcool absolu, éprouvent des contractions remarquables, quoique bien moindres que par la dessiccation à 110°. Cet effet doit être dû en partie à ce que l'alcool extrait de la plante une dose considérable de l'eau qui y était renfermée; car le lavage ultérieur à l'eau distillée rétablit en grande partie la dimension antérieure.

» L'action des acides ou des alcalis est, comme on le sait, beaucoup plus profonde. Mais elle altère la constitution chimique de la matière végétale.

II. — Blé (*Triticum sativum*).

» Il m'a paru utile de comparer les modifications des tiges fraîches d'une plante vivante, telle que la Fétuque, avec celles de tiges anciennes, coupées après maturité, déjà séchées spontanément et appartenant à la même famille : le Blé. J'ai opéré sur des tiges recueillies en 1904 et, comme terme de comparaison plus éloigné, en 1903; toujours dans mes champs de culture.

» 1. *Paille de Blé de* 1904. — Variations d'état hygrométrique et de température. — *Échantillon* (*a*).

	L.	H.	M.	B.
21 septembre 1904, état initial..	87,8	3,170	2,970	2,907
24 sept. — Après 3 jours de dessiccation en présence de SO^4H^2 concentré	87,5	3,060	2,953	2,870
26 sept. — On avait placé ensuite la paille dans un air saturé d'humidité (14°-15°) pendant 2 jours.	87,7	3,167	3,033	2,923
On l'a desséchée ensuite à 110° (4 heures)..................	87,2	3,017	2,907	2,847
Puis on l'a exposée à l'air libre (5 jours)................ ...	87,8	»	2,943	2,930

» La longueur ne varie guère. Le diamètre, dans les opérations faites à la température ordinaire, suit à peu près le changement dans l'état hygrométrique. A 110°, il devient minime; mais il reprend à peu près sa grandeur initiale, lorsqu'on remet le blé à l'air ordinaire; contrairement à ce qui a été observé sur la Fétuque.

» *Échantillon* (*b*). — Résultats analogues.

» *Échantillon* (*c*). — Feuille engainante. Sa longueur (66,6 initiale) est restée à peu près constante au cours des mêmes épreuves; mais les déformations produites par la dessiccation n'ont pas permis de mesurer exactement les diamètres.

» 2. *Paille de Blé de* 1903. — La longueur est demeurée également à peu près constante, malgré les changements de dessiccation. Les diamètres ont moins varié que pour la paille de 1904, et d'une façon moins régulière.

III. — Maïs (*Zea Maïs*).

» Les tiges de cette Graminée sont plus volumineuses que celles du Blé. Elles contiennent une moelle légère, qui en remplit le canal intérieur. La mesure des diamètres a dû être effectuée suivant deux directions rectangu-

laires, en raison de leur forme elliptique; c'est-à-dire suivant deux axes, l'un maximum, l'autre minimum.

» 1. *Tiges de Maïs fraîches.* — Séchées à l'air, puis à 110°.

» *Échantillon* (*a*).

	L.	H [1].		M [1].		B [1].	
21 septembre, état initial.........	176,9	4,453	3,827	4,263	3,737	4,317	3,727
26 septembre, après 5 jours à l'air..........	176,5	3,923	3,357	3,650	3,123	3,033	2,657
30 septembre, après 4 jours dans un air saturé d'humidité	176,6	3,933	3,380	3,677	3,157	3,084	2,687
Puis à 110° (10 heures).......	176,6	3,927	3,377	3,713	3,170	3,063	2,647

» Le rapport entre les deux axes rectangulaires a été trouvé sensiblement constant et égal à 1,16 aux trois points H, M, B aux différentes phases de la dessiccation. L'ellipse se transformait donc en demeurant à peu près semblable à elle-même.

» *Échantillons* (*b*) et (*c*). — Résultats semblables.

» 2. *Tiges de maïs fraîches,* séchées d'abord à 110°, puis exposées à l'air ordinaire. — *Échantillon* (*d*) :

	L.	H.		M.		B.	
État initial........	176,5	5,637	5,400	5,400	4,773	5,240	4,667
110° (6 heures)....	175,3	4,643	4,133	4,563	3,300	3,300	2,837
Puis 4 jours à l'air..	176,0	4,667	4,193	4,650	»	3,333	2,907

» Cette fois le rapport des axes n'est demeuré constant et égal à 1,17 que vers le bas de la tige B; la dessiccation brusque vers 110° ayant aplati l'ellipse.

» *Échantillon* (*e*) et (*f*). — Résultats analogues.

» D'après ces chiffres :

» 1° La longueur demeure sensiblement constante, comme avec le Blé et la Fétuque, malgré les changements de siccité;

» 2° La dessiccation spontanée à l'air ramène les diamètres à des valeurs à peu près les mêmes que la dessiccation à 110°; le contact ultérieur à l'air plus ou moins chargé d'humidité les modifie peu et ne les ramène pas vers l'état initial. Ces observations sont analogues à celles de la Fétuque.

---

(1) Deux diamètres rectangulaires.

IV. — Gynerium argenteum : Graminées

» L'étude des feuilles fraîches de cette plante a donné lieu à une recherche nouvelle, celle des variations d'épaisseur. Les feuilles sont fort longues ($0^m,50$ à $1^m,0$ pour la plante étudiée) et d'une largeur notable (12^{mm} à 16^{mm}).

» Les variations de longueur sont faciles à mesurer, mais non celles de largeur, à cause des déformations produites par la dessiccation. Mais il a été facile d'étudier les variations de l'épaisseur, toujours à des points de repère bien définis.

» 1. Feuilles vertes fraîches de *Gynerium,* à l'air ordinaire. — *Échantillon* (*a*).

	L.	H.	B.
21 septembre 1904, état initial...	181,8	0,443	0,516
26 septembre 1904, après 5 jours à l'air ordinaire..............	180,0	0,353	0,333
30 septembre 1904, après 4 jours dans un air plus humide	180,3	0,343	0,330

» *Échantillons* (*b*) et (*c*). — Résultats analogues.

» 2. Feuilles vertes. Dessiccation à 110°, puis exposition à l'air. — *Échantillon* (*d*).

	L.	H.	B.
État initial.....................	190,6	0,417	0,390
110° (8 heures).................	190,3	0,297	0,243
Puis 4 jours à l'air.............	190,1	0,307	0,260

» *Échantillons* (*e*) et (*f*). — Résultats analogues.

» Voici la marche parallèle de la dessiccation, aux mêmes dates, et dans les mêmes conditions, pour un échantillon pareil :

100 parties séchées à 110° étaient unies à froid avec 182 parties d'eau.	
100 parties retenaient en plus, après 10 jours de dessiccation antérieure à froid..	15,0 eau
100 parties séchées à 110° ont repris en 16 jours à l'air..............	16,3 »

» Les feuilles avaient perdu :

Le 23 septembre (2 jours)..........	52,6 centièmes de l'eau totale		
Du 23 au 26 septembre (5 jours).....	33,5	»	»
Du 6e au 9e jour....................	5,5	»	»
Du 9e au 10e jour	0,2	»	»
	91,8		
Il restait : eau évaporable à 110°.....	8,2		
	100,0		

» Cette marche est semblable à celle de la dessiccation des tiges de Fétuque, relatée plus haut.

» Ainsi : 1° la longueur varie à peine, malgré le changement d'hydratation;

» 2° L'épaisseur de la feuille diminue d'un cinquième et même d'un tiers par la dessiccation, soit à l'air ordinaire, soit à l'étuve vers 110°. Cette dernière produit un effet plus considérable;

» L'effet produit est permanent; la feuille ne regagnant pas d'épaisseur à froid, au contact de l'air même humide.

V. — Papier.

» Rapportons maintenant, comme termes de comparaison, quelques observations relatives aux variations de dimensions du papier, fabriqué avec des produits d'origine végétale.

» 1. *Échantillon* (*a*). — Papier à filtre, blanc, sans cendres appréciables. Eau 6 centièmes.

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur (à $0^{mm},01$ près).
	mm	mm	mm
État initial	121,9	45,0	0,110
Séché à 110° (3 heures)	121,9	45,0	0,112
Puis exposé à l'air, 24 heures	121,9	45,1	0,110

» *Échantillon* (*b*). — Résultats semblables.

» 2. *Échantillon* (*c*). — Papier à filtre, blanc, ordinaire. Eau 6 centièmes.

État initial	133,7	54,1	0,100
Séché à 110°	132,5	53,6	0,100
Puis 24 heures à l'air	133,2	53,8	0,100

» *Échantillon* (*d*). — Résultats analogues.

» 3. Papier blanc collé (écolier).

État initial	129,4	50,0	0,080
Séché à 110°	128,7	50,7	0,080
Puis 24 heures à l'air	129,3	50,3	0,080

» Ces chiffres montrent que les papiers examinés varient à peine de dimensions et d'épaisseur suivant les différentes directions, par l'effet des changements de dessiccation définis au présent Mémoire. Il en résulte que l'élasticité, la ténacité, la résistance aux efforts de rupture sont à peu près les mêmes en tout sens, pour des papiers de ce genre. Ce résultat, fort important pour les applications, paraît attribuable à deux circonstances :

» 1° Les manipulations exécutées au cours de la fabrication de ces

papiers ne doivent pas altérer la résistance, c'est-à-dire la constitution physico-chimique de la fibre végétale, constitution qui ne dépend qu'à un faible degré de la dose de l'eau hygrométrique;

» 2° Au cours de la fabrication, celle-ci avait été dirigée dans la pâte de façon à répartir, autant que possible, les fibres uniformément, comme quantité relative et surtout comme distribution suivant toutes les orientations.

» Il n'en serait pas de même si le mouvement des toiles métalliques ou des formes, sur lesquelles on étend la pâte, avait été exécuté de façon à orienter les fibres parallèlement entre elles. Mais, dans ce cas, l'élasticité et la résistance aux efforts de rupture sont très inégales dans les différentes directions.

» En tout cas, la similitude apparente d'un morceau de papier, ou de filtre, séché à l'étuve, avec le même papier exposé à l'air ne garantit en aucune façon la constance de son poids : circonstance qui ne doit jamais être oubliée lors de l'emploi comparatif des *filtres tarés* dans les analyses chimiques.

» En résumé, les effets observés sur les feuilles de *Gynerium* sont conformes d'une façon générale à ceux qui ont été exposés sur les tiges de la Fétuque et du Maïs. Ils sont tout à fait analogues en ce qui touche la constance de la longueur de la tige; malgré les changements éprouvés dans l'état d'hydratation depuis la plante verte, tandis qu'elle perd les deux tiers de son poids d'eau, et davantage, en se desséchant à froid et à 110°, et tandis qu'elle en regagne une portion, par absorption consécutive de vapeur d'eau au contact de l'air.

» Au contraire, les dimensions latérales de la tige prise dans son ensemble (Fétuque, Maïs) et par suite la capacité du vide intérieur, diminuent suivant une proportion considérable pendant les dessiccations. Si l'on observe que les variations des diamètres sont proportionnelles à celles de la largeur de la tige développée parallèlement à son axe sur une surface plane, il en résulte que ces variations correspondent en réalité à celles de la seconde dimension dans l'espace (largeur). L'épaisseur de la paroi de la feuille (*Gynerium*), c'est-à-dire la troisième dimension, éprouve des variations analogues par l'effet des dessiccations.

» On peut se rendre compte de cette opposition entre les changements de dimensions suivant la direction, en admettant que les fibres (c'est-à-dire le système vasculaire) conservent leurs forme et longueur, parce qu'elles

ne sont pas combinées à proprement parler avec l'eau, ni susceptibles de l'absorber dans l'épaisseur de leurs parois, avec turgescence de celles-ci; tandis que cette turgescence se produit lorsque l'eau est au contraire particulièrement imbibée et combinée aux tissus conjonctifs. Cette différence concorde d'ailleurs avec la résistance beaucoup plus considérable des fibres aux divers réactifs chimiques et aux agents de fermentation, mis en œuvre pour la préparation, le nettoyage et le blanchiment des matières végétales, employées dans la fabrication des tissus et des papiers. Ainsi il y a corrélation entre les propriétés physico-chimiques des organes végétaux et leurs applications industrielles. »

ANTHROPOLOGIE. — *Remarques sur la nécessité d'étudier les variations de dimensions et de volume des organes et parties des êtres vivants, ou ayant vécu, dans les études anthropologiques et paléontologiques;* par M. **Berthelot.**

« Les recherches que je viens de présenter à l'Académie montrent quelle est la nécessité d'exécuter des expériences analogues, toutes les fois que l'on veut comparer les êtres actuellement existants à ceux qui ont vécu autrefois, végétaux, animaux et races humaines. Elles seraient utiles, par exemple, pour mieux déterminer les effets produits par la substitution de la silice, du carbonate de chaux, de la pyrite de fer, aux principes immédiats originels des Végétaux, Mollusques, Zoophytes et Vertébrés fossiles. Elles importent particulièrement à l'Anthropologie et à l'Archéologie historiques et préhistoriques.

» Peut-être a-t-on négligé quelquefois, dans la comparaison de la stature et des grandeurs relatives des différentes parties du squelette des races animales et humaines, de tenir compte des effets produits, soit aussitôt après la mort, soit sous l'influence du temps : tels que dessiccation ou humectation naturelles, altérations spontanées des matières organiques produites d'abord par la putréfaction, puis au cours des années et des siècles par suite des oxydations, des fermentations, de l'action des eaux infiltrées, de la momification, etc. De même la dessiccation et le dégraissage artificiels, les injections de liquides antiseptiques ou conservateurs, la métallisation des organes, etc.

» Les comparaisons que l'on a faites souvent entre la taille et les proportions relatives ou absolues des différentes régions et organes du corps humain et du squelette, pour les races actuelles et les populations antiques, demeurent fort incertaines, si l'on ne tâche de les rendre plus probables,

ou plus assurées, par des expériences de l'ordre de celles que je signale.

» Il y a bien des années, j'avais présenté (vers 1860) des observations de ce genre à la Société de Biologie; observations d'un caractère général, mais qui avaient été provoquées par les tentatives faites pour déterminer le volume du cerveau d'après la capacité des crânes humains fragiles, trouvés dans les nécropoles, en les consolidant au moyen du silicate de soude, ou par d'autres artifices. Or, la Géométrie nous enseigne comment une semblable opération, alors même qu'elle conserverait la forme générale des organes, change l'épaisseur de leurs parois et par conséquent les dimensions de leurs différentes parties, spécialement la capacité des cavités. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème général concernant les surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité*; par M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai depuis longtemps indiqué comment on peut obtenir, quand elles existent, les intégrales distinctes de différentielles totales de seconde espèce (transcendantes) relatives à une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0. \tag{1}$$

» On trouvera ces résultats sous la forme la plus simple que j'avais obtenue jusqu'ici dans le Tome II de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* (p. 307). Il est possible de donner une autre forme aux conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une surface ait une connexion linéaire supérieure à *un* ou, ce qui revient au même, pour qu'elle possède des intégrales de différentielles totales de seconde espèce. Cette nouvelle forme d'une remarquable simplicité m'a été très utile pour le développement ultérieur de plusieurs points importants de la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables;* je vais l'indiquer ici.

» 2. Reprenons l'équation différentielle linéaire E, à laquelle satisfont les périodes, considérées comme fonctions de y, de l'intégrale arbitraire de seconde espèce

$$I = \int \frac{Q(x, y, z)\,dx}{f'_z},$$

relative à la courbe entre x et z définie par l'équation (1), $Q(x, y, z)$ étant

un polynome en x, y et z, s'annulant sur la courbe double de la surface. Le théorème que nous avons en vue est le suivant :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface ait r intégrales distinctes de différentielles totales de seconde espèce, est que l'équation* E *soit vérifiée par r polynomes en y linéairement indépendants.*

» La démonstration de ce résultat va nécessiter diverses remarques.

» 3. Partons d'un système fondamental d'intégrales (périodes de I) de l'équation E, soit

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_{2p},$$

et désignons par

$$(\sigma) \qquad \omega'_i = m_1^i \omega_1 + m_2^i \omega_2 + \ldots + m_{2p}^i \omega_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p),$$

une substitution quelconque du *groupe* de l'équation E; les m sont des entiers.

» Écrivons les équations du premier degré par rapport aux lettres P_1, P_2, ..., P_{2p},

$$(2) \qquad P_i = m_1^i P_1 + m_2^i P_2 + \ldots + m_{2p}^i P_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p),$$

et cela pour toutes les substitutions du groupe (on pourra se borner aux substitutions fondamentales). J'ai démontré que, si l'on peut satisfaire à toutes ces équations, r étant le nombre des lettres P restant arbitraires, il y a pour la surface r intégrales distinctes de seconde espèce, et inversement.

» Ceci rappelé, cherchons à quelles conditions l'équation différentielle E admettra comme solution un polynome. Celui-ci sera de la forme

$$\lambda_1 \omega_1 + \lambda_2 \omega_2 + \ldots + \lambda_{2p} \omega_{2p},$$

les λ étant des constantes. Il faut et il suffit que l'expression précédente ne change pas, quand on effectue sur les ω toutes les substitutions du groupe de E; ceci entraîne les équations

$$(3) \qquad \lambda_i = \lambda_1 m_i^1 + \lambda_2 m_i^2 + \ldots + \lambda_{2p} m_i^{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p).$$

» Si le théorème énoncé est exact, la possibilité de satisfaire à l'ensemble des équations (2) entraîne la même possibilité pour l'ensemble des équations (3), et le nombre des P et des λ restant arbitraires sera le même. Telle est la question algébrique à laquelle nous sommes ramené.

» 4. Il est manifeste que, si le groupe de E était quelconque, il n'y aurait,

au point de vue qui nous occupe, aucune connexion entre les systèmes (2) et (3). Mais ce groupe n'est pas quelconque et l'on sait (le système fondamental étant convenablement choisi) que toute substitution de ce groupe transforme en elle-même la forme bilinéaire

$$F = \omega_1 \upsilon_2 - \omega_2 \upsilon_1 + \omega_3 \upsilon_4 - \omega_4 \upsilon_3 + \ldots + \omega_{2p-1} \upsilon_{2p} - \omega_{2p} \upsilon_{2p-1},$$

quand on effectue simultanément sur les ω et les υ la même substitution.

» Si alors, dans la forme F, nous posons

$$(4) \qquad \upsilon_{2h-1} = -\Omega_{2h}, \qquad \upsilon_{2h} = \Omega_{2h-1} \qquad (h = 1, 2, \ldots, p),$$

la forme F devient

$$F = \omega_1 \Omega_1 + \omega_2 \Omega_2 + \ldots + \omega_{2p} \Omega_{2p}.$$

» Cette dernière forme maintenant est transformée en elle-même, quand on effectue sur les ω la substitution σ et qu'on effectue en même temps sur les Ω la substitution correspondante résultant du changement de variables (4), la substitution σ ayant été effectuée sur les υ en même temps que sur les ω. Nous appellerons Σ la substitution, correspondant à σ, effectuée sur les Ω. Désignons-la par

$$(\Sigma) \qquad \Omega'_i = M^i_1 \Omega_1 + M^i_2 \Omega_2 + \ldots + M^i_{2p} \Omega_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p).$$

» On a identiquement

$$\omega_1 \Omega_1 + \omega_2 \Omega_2 + \ldots + \omega_{2p} \Omega_{2p} = \omega'_1 \Omega'_1 + \omega'_2 \Omega'_2 + \ldots + \omega'_{2p} \Omega'_{2p},$$

et de là se déduisent des relations entre les m et les M. On voit aisément qu'en vertu de ces relations, la substitution inverse de Σ, c'est-à-dire l'expression des Ω en fonction des Ω', correspond à

$$\Omega_i = m^1_i \Omega'_1 + m^2_i \Omega'_2 + \ldots + m^{2p}_i \Omega'_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p).$$

Or, si l'on pose dans les équations (2)

$$P_{2h-1} = -Q_{2h}, \qquad P_{2h} = Q_{2h-1} \qquad (h = 1, 2, \ldots, p),$$

le système de ces équations (2) devient manifestement

$$(5) \qquad Q_i = M^i_1 Q_1 + M^i_2 Q_2 + \ldots + M^i_{2p} Q_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p).$$

Dans la question qui nous occupe, on peut donc remplacer le système des équations (2) par le système des équations (5). Nous allons voir que, pour les équations (3) et les équations (5), le degré d'indétermination (les Q et les λ étant les inconnues) est le même. Il suffit de transformer le système (5), en prenant le système inverse manifestement équivalent, ce qui donne

$$(5)' \qquad Q_i = m_i^1 Q_1 + m_i^2 Q_2 + \ldots + m_i^{2p} Q_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p).$$

Or le système (5)′ n'est autre que le système (3), quand on pose

$$\lambda_1 = Q_1, \qquad \lambda_2 = Q_2, \qquad \ldots, \qquad \lambda_{2p} = Q_{2p}.$$

» *Le théorème est donc établi,* et l'on voit nettement la correspondance entre *une intégrale de seconde espèce et un polynome en y solution de* E.

» 5. Indiquons une application du théorème général qui précède. Nous avons antérieurement établi que *le nombre des conditions pour qu'une intégrale double de la forme*

$$(6) \qquad \iint \frac{P(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}$$

(le polynome P s'annulant sur la courbe double) *soit de seconde espèce est égal à $2p$,* quand l'équation E n'admet pas comme solution de polynome en y (voir en particulier le Tome II, page 328, de ma *Théorie des fonctions algébriques*).

» Nous sommes maintenant en mesure d'aller plus loin. En raisonnant à peu près comme à l'endroit cité, on établit sans peine que, si l'équation E admet comme solution r polynomes indépendants, le nombre des conditions relatives à (6) est égal à $2p - r$. Si nous rapprochons ce résultat du théorème établi plus haut, nous avons le théorème suivant :

» *Si une surface a une connexion linéaire égale à p_1, le nombre des conditions exprimant qu'une intégrale double du type* (6) *est de seconde espèce est exactement égal à $2p - (p_1 - 1)$.*

» Ce résultat m'a permis de compléter la théorie des intégrales doubles de seconde espèce, pour le cas que j'ai laissé de côté dans mes recherches jusqu'ici publiées, où la connexion linéaire de la surface est supérieure à *un* (cas d'ailleurs exceptionnel, comme on sait). Je reviendrai prochainement sur cette intéressante question. »

MÉTALLURGIE. — *Congélation de l'humidité de l'air soufflé aux hauts fourneaux Isabella, près Pittsburgh.* Note de MM. **Alfred Picard** et **Heurteau.**

« On a essayé récemment, à deux des hauts fourneaux de la Compagnie Carnegie situés près de Pittsburgh, un procédé nouveau, dû à M. Gailey et consistant à débarrasser l'air soufflé aux hauts fourneaux d'une partie de son humidité; on réalise ainsi l'économie du combustible employé inutilement à dissocier cette eau dans le haut fourneau. Ce procédé a été appliqué dans le commencement de septembre et les résultats en ont été si remarquables, l'économie de coke dépassant 20 pour 100, que l'on pense créer les installations nécessaires pour en faire bénéficier d'autres hauts fourneaux de la Compagnie Carnegie et des différentes Compagnies constituant la corporation de l'acier.

» Alors que les différents éléments d'une charge de haut fourneau, minerai, scorie, castine et coke, sont l'objet d'analyses minutieuses du résultat desquelles on tient le plus grand compte pour la composition du lit de fusion, l'air a jusqu'ici été soufflé tel quel dans le haut fourneau sans que l'on ait étudié les variations de sa composition.

» Le poids de l'air soufflé dans un temps donné est pourtant tout à fait comparable à celui de la charge introduite dans le même temps par le gueulard. Si les proportions d'oxygène et d'azote de l'air sont constantes, et celle de l'acide carbonique sensiblement aussi, la quantité d'eau que contient 1^{m^3} d'air varie dans des limites assez étendues d'une saison à l'autre et même d'un jour à l'autre, et cette variation doit avoir un effet sensible sur la marche du haut fourneau. L'eau étant dissociée par la chaleur de combustion du coke, il faudrait tenir compte aussi de l'humidité de l'air pour doser la charge de coke. On a déjà remarqué d'ailleurs que l'on peut charger moins de coke dans les saisons sèches que dans les saisons humides, sans nuire à la bonne marche du haut fourneau. En fait, pour obtenir une marche régulière, quelle que soit l'humidité de l'air dont on ne tient pas compte, il faut charger en tous temps la quantité de coke correspondant au maximum d'humidité; par les temps secs, on a donc chargé un excédent de coke qui brûle inutilement. C'est cette perte que M. Gailey a voulu éviter en ramenant l'humidité variable de l'air soufflé à un minimum connu et constant sur lequel est réglée la charge de coke.

» Son procédé consiste à débarrasser l'air, avant l'admission aux machines soufflantes, de la majeure partie de son humidité, en lui faisant traverser une chambre refroidie

à — 10° environ, où l'humidité de l'air se dépose en un mélange de neige et de glace. L'air est aspiré dans l'atmosphère, à raison de 1300^{m^3} par minute, par un ventilateur qui le refoule sous une pression de quelques millimètres de mercure vers la chambre de congélation. Dans celle-ci se trouve un grand serpentin formé de 5000 tubes horizontaux, placés sur plusieurs rangées horizontales et raccordés les uns aux autres. Ils forment un ensemble rectangulaire qui occupe presque toute la chambre, en ne laissant sur le front qu'un couloir pour permettre leur nettoyage. De l'eau salée à — 23° environ refroidie dans une machine frigorifique à ammoniaque circule dans ces tubes. L'air circule dans la chambre à travers le système de tubes et y dépose près de $\frac{4}{5}$ de son humidité sous forme d'un mélange de neige et de glace, qui reste pour la plus grande partie adhérent aux tubes. Il faut gratter les tubes de temps en temps pour en détacher ce dépôt. L'air sort de la chambre à — 10° et arrive aux machines soufflantes avec une légère surpression, à une température un peu inférieure à 0°.

» Avec l'air ainsi asséché, la consommation de coke au haut fourneau est descendue de 970^{kg} à 770^{kg} par tonne de fonte, soit une économie de plus de 20 pour 100. Cette économie paraît très grande au premier abord; elle étonne moins quand on se trouve en présence de l'amoncellement de neige et de glace qui se forme dans la chambre de congélation : on y voit d'une façon tangible l'eau qui, si elle n'avait pas été arrêtée avant son entrée dans le haut fourneau, y aurait dû être dissociée par la chaleur de combustion du coke.

» En regard de l'économie réalisée sur le coke par le procédé Gailey, il y a des dépenses supplémentaires de première installation, de main-d'œuvre et de production d'énergie pour la machine frigorifique. Ces dépenses sont compensées en partie par l'économie faite aux machines soufflantes où l'on peut diminuer le nombre de tours, grâce au volume réduit qu'occupe l'air refroidi à 0°. En tout état de cause, la machine frigorifique ne coûte certainement pas très cher eu égard au bon marché du charbon en Amérique; sur le continent européen, la dépense ne serait pas élevée non plus, par suite de l'emploi beaucoup plus perfectionné et développé qu'en Amérique du combustible économique qu'est le gaz de haut fourneau. D'ailleurs la cherté du charbon en Europe, si elle rend plus dispendieuse la production d'énergie, aurait surtout l'effet important de rendre plus intéressante l'économie de coke. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la ricinine.* Note de MM. L. Maquenne et L. Philippe.

« Dans une précédente Communication ([1]) nous avons montré que la ricinine se transforme, sous l'action successive de la potasse et de l'acide

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 506.

chlorhydrique fumant, en un corps qui présente la composition et les caractères d'une méthyloxypyridone $C^6H^7AzO^2$; l'étude ultérieure de ce nouveau composé nous a permis de préciser davantage nos premières conclusions.

» La méthyloxypyridone de la ricinine, quoique susceptible de fournir un chlorhydrate, un phosphate et un chloroplatinate cristallisés, n'est que faiblement basique; elle présente même, à la phtaléine, une fonction monoacide nettement caractérisée. Son action sur le tournesol est indécise et elle reste neutre vis-à-vis de l'hélianthine.

» Elle réduit à chaud la liqueur de Felhing mais ne réagit ni sur l'hydroxylamine, ni sur la phénylhydrazine.

» *Dérivés bromés.* — Le brome la transforme en produits de substitution parmi lesquels nous avons isolé et analysé les corps $C^6H^6BrAzO^2$; $C^6H^5Br^2AzO^2$ et $C^6H^3Br^4AzO^2$. Tous ces corps cristallisent et se dissolvent aisément dans l'alcool; l'eau les décompose peu à peu à la température de l'ébullition, la potasse leur enlève instantanément du brome, enfin leur réaction est franchement acide.

» *Dérivé nitré.* — Par évaporation avec un excès d'acide nitrique $(D = 1,2)$ la méthyloxypyridone donne un dérivé cristallisé en aiguilles jaunâtres qui répond à la formule $C^6H^6AzO^2(AzO^2)$. Peu soluble dans l'eau, même bouillante, ce corps possède une réaction fortement acide et donne des sels définis avec la plupart des bases salifiables; son dérivé calcique, cristallisé en fines aiguilles solubles dans l'eau, renferme

$$(C^6H^5Az^2O^4)^2Ca + 5H^2O;$$

ses sels d'ammoniaque et de potassium cristallisent également avec facilité.

» *Action du perchlorure de phosphore.* — Le perchlorure de phosphore à 160° attaque facilement le chlorhydrate de méthyloxypyridone et le transforme en un mélange de deux produits chlorés dont l'un est liquide et l'autre solide. Le premier, qui est le plus abondant, passe à la distillation vers 98° sous 18^{mm}; sa composition est à peu près exactement celle d'une dichloropyridine $C^5H^3Cl^2Az$.

» La production d'un pareil corps dans ces circonstances montre que la méthyloxypyridone a dû perdre, au cours de sa chloruration, un groupe méthyle et que par conséquent celui-ci devait être fixé sur l'azote et non sur le carbone de la chaîne.

» Remarquons en passant que ce produit est un isomère de position des

dichloropyridines connues, qui sont solides et cristallisées à la température ordinaire.

» *Réduction de la dichloropyridine.* — Pour nous assurer de l'exactitude du résultat précédent nous avons pensé qu'il serait peut-être possible de ramener notre produit chloré à l'état de pyridine proprement dite en le soumettant à l'action d'un réducteur énergique : nous y avons réussi au moyen de l'acide iodhydrique ($D = 1,92$) et du phosphore rouge, à la température de 170°.

» Après alcalinisation, le mélange cède à l'éther un produit à odeur fortement pyridique qui se sépare à la distillation en deux parties nettement distinctes : l'une, relativement peu abondante, qui passe au-dessous de 120° sous la pression atmosphérique et l'autre qui ne peut être entièrement distillée que dans le vide : il passe alors un composé cristallin qui se volatilise déjà à froid, par simple exposition à l'air; on ne l'a pas étudié d'une manière spéciale; on a seulement reconnu qu'il renferme encore une proportion abondante de chlore.

» La fraction la plus volatile, rectifiée de 110° à 120°, possède tous les caractères de la pyridine pure; sa combinaison avec le bichlorure de mercure est identique à celle que donne la pyridine ordinaire et nous a donné à l'analyse des chiffres concordant avec la formule $C^5H^5Az, HgCl^2$.

» Il est donc démontré d'une part que, contrairement à l'opinion généralement admise, les chloropyridines peuvent être, au moins en partie, complètement déchlorées par l'acide iodhydrique, et d'autre part que notre méthyloxypyridone dérive d'une hydropyridine méthylée sur l'azote et non, comme nous l'avions supposé au début de ce travail, d'une hydropicoline. Cette substance est donc différente, quoique très voisine, de celle qui a été antérieurement décrite par Ost et Bellmann.

» Comme il doit nécessairement en être de même pour la ricinine, nous sommes ainsi conduits, abstraction faite des positions attribuées aux chaînes latérales, à admettre pour cette substance la formule

```
        C=Az
   HC /    \ |
     ||     C
     ||     ||
   HC \    / C — CO²CH³
       Az(CH³)
```

qui rend compte de toutes ses propriétés.

» La présence d'un oxhydryle et d'un carbonyle dans la molécule de la méthyloxypyridone

```
        CO
 HC  ⁄    ⁄  C(OH)
  |         |
 HC  ⁄    ⁄  CH
      Az(CH³)
```

est d'ailleurs confirmée par ses caractères acides, qui s'exagèrent lorsqu'on y introduit de nouveaux éléments électronégatifs, comme le brome ou le radical azotyle. »

RAYONS N. — *Nouvelles expériences sur l'enregistrement photographique de l'action que les rayons* N *exercent sur une petite étincelle electrique* ([1]). Note de M. **R. Blondlot**.

« On m'a adressé la question suivante : Dans la phase des expériences photographiques sur les rayons N où la lame de zinc CD ([2]) qui sert de support à l'écran de plomb ou de papier mouillé est interposée sur le trajet des rayons N, cette lame ne forme-t-elle pas capacité avec le petit excitateur à étincelles et cet accroissement de capacité ne peut-il produire un affaiblissement de l'étincelle capable d'altérer les résultats de l'expérience photographique?

» Dès mes premiers essais de photographie, j'avais moi-même envisagé la possibilité de perturbations de cette nature, mais je reconnus bientôt qu'elles étaient inappréciables, et c'est pourquoi je n'en ai point parlé.

» Toutefois la question ci-dessus trouve déjà une réponse implicite dans le passage suivant de la Note que j'ai présentée à l'Académie des Sciences le 27 juin 1904 ([3]) :

« Comme contrôle du bon fonctionnement de l'appareil, on peut soit supprimer les » rayons N pendant la photographie, soit les faire agir en enlevant le papier mouillé » ou en le mouillant avec de l'eau salée : les deux images apparaissent alors simulta- » nément au développement et demeurent égales en intensité. » Examinons, en effet, les conséquences de ces constatations : 1° Puisque, lorsque l'on supprime les rayons N, on obtient des impressions photographiques égales, il faut que, dans le va-et-vient du

---

([1]) Cette Note a été présentée à la séance du 14 novembre 1904.

([2]) Le lecteur est prié de se reporter à ma Note du 22 février 1904 : *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 453.

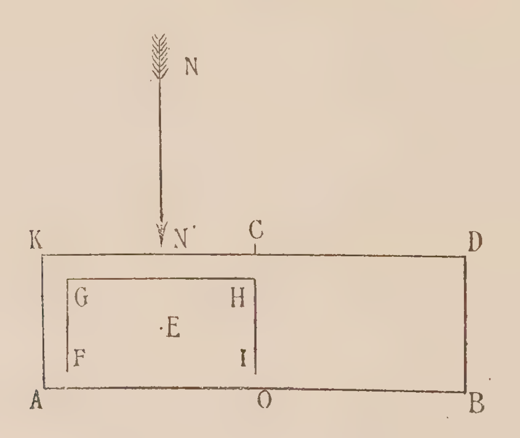
([3]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1676.

châssis, la plaque métallique recouverte de papier mouillé ne modifie pas elle-même l'éclat de l'étincelle, autrement dit, que sa présence n'exerce aucune influence sensible sur les phénomènes électriques dont l'excitateur est le siège; 2° puisque, lorsque l'on fait agir les rayons N et que la plaque métallique est transparente pour ces rayons (¹), on obtient encore des impressions photographiques égales, cela montre de nouveau que l'écran n'exerce par lui-même aucune action sensible sur l'étincelle.

» J'ai vérifié, du reste, que, lorsqu'une plaque métallique très grande, reliée ou non au sol, est approchée de l'excitateur jusqu'à une distance de 2^{cm} à 3^{cm}, on n'aperçoit aucun changement dans l'éclat de l'étincelle. Il faut remarquer aussi que la boîte de carton FGHI doit jouer le rôle d'un écran électrique plus ou moins parfait.

» Je ne m'en suis pas tenu à ce qui précède et j'ai modifié mon appareil photographique de façon à éliminer toute variation de capacité pouvant provenir du déplacement de l'écran qui sert à intercepter les rayons N.

» A cet effet j'ai revêtu les parois de la boîte FGHI d'une feuille d'aluminium reliée métalliquement au sol. Par surcroît de précautions, j'ai aussi remplacé l'écran CD, solidaire du châssis, par une feuille de zinc KD ayant toute la largeur du châssis, de



sorte que, quand le châssis passe de l'une des positions à l'autre, il n'y a rien de changé au point de vue de l'influence électrique. Le zinc est transparent pour les rayons N, mais on peut rendre l'une ou l'autre des moitiés CD ou CK de la feuille de zinc opaque pour les rayons en la revêtant à l'extérieur d'une feuille de papier mouillé; une crête métallique C soudée à KD empêche l'eau de se répandre sur l'autre moitié. Les résultats de l'expérience ainsi modifiée sont restés les mêmes qu'auparavant, autrement dit, l'étincelle a toujours donné une impression plus forte quand elle recevait les rayons N,

(¹) Cette plaque est en zinc, corps transparent pour les rayons N, de même que l'eau salée; l'écran en plomb a été supprimé.

quelle que fût la moitié CD ou CK qui eût été recouverte de papier mouillé. J'ai encore varié l'expérience en couvrant l'une des moitiés de KD de papier mouillé avec de l'eau pure et l'autre moitié avec de l'eau salée, et j'ai constaté le résultat attendu.

» J'ai fait enfin l'expérience suivante : la plaque de zinc KD fut supprimée et un aide fut chargé d'intercepter et de laisser passer périodiquement les rayons N au moyen d'une feuille de carton mouillé qu'il interposait sur leur trajet contre la lanterne contenant la lampe Nernst, en réglant ses mouvements sur ceux de l'opérateur qui manœuvrait le châssis. Les résultats de la photographie furent encore conformes aux prévisions basées sur l'action des rayons N.

» J'ai fait une autre série d'expériences pour éclaircir le point suivant : le mouvement du châssis étant donné à la main, les durées totales de pose des deux moitiés de la plaque sont-elles assez exactement égales entre elles pour qu'il n'en résulte aucun effet perturbateur appréciable sur l'intensité des deux impressions photographiques ?

» Pour mesurer ces durées, on a installé un appareil opérant automatiquement, à l'aide de contacts électriques, l'enregistremeut sur un cylindre tournant de la durée de chacune des poses successives; en même temps des signaux distants d'une seconde étaient marqués sur ce cylindre. On opérait en croisant les expériences, c'est-à-dire que la personne chargée de déplacer le châssis comptait 25 secondes pour une première pose, à droite (par exemple), puis 25 secondes pour une première pose à gauche, puis 25 secondes pour une seconde pose à droite, et enfin 25 secondes pour une dernière pose à gauche.

» L'inscription sur le cylindre a montré que les durées totales de pose de chacune des deux moitiés de la plaque dans une expérience n'ont jamais différé de plus de $\frac{1}{2}$ seconde. On peut penser que cette différence de $\frac{1}{2}$ seconde sur une durée totale de 50 secondes est sans influence appréciable sur les impressions photographiques, mais, pour supprimer radicalement toute incertitude sur ce point, je me suis arrangé de façon que la pose fût toujours plus longue pour celle des deux moitiés de la plaque qui est impressionnée en l'absence de rayons N : à cet effet, on comptait une seconde de plus pendant cette pose; l'inscription sur le cylindre, pendant les expériences photographiques elles-mêmes, a montré que cette pose était toujours plus longue que l'autre et que l'excès avait varié de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{2}$ seconde environ.

» Avec l'aide dévouée de M. C. Gutton, j'ai fait de cette façon 12 expériences en 4 séances, les rayons N étant produits par une lampe Nernst; dans les expériences successives, on a placé le papier mouillé alternativement sur la moitié CD et sur la moitié CK de la feuille de zinc solidaire du châssis. Chaque fois, l'impression photographique a paru la première au développement et a été plus forte du côté où les rayons N avaient agi sur l'étincelle pendant la pose, bien que cette pose eût été un peu plus courte que l'autre. On a encore obtenu le même résultat en faisant seulement deux poses chacune de 50 secondes.

» Les clichés photographiques sont ainsi les témoins irrécusables de l'action des rayons N sur l'étincelle électrique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre à la place devenue vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Sarrau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 61 :

M. Vieille	obtient	44	suffrages,
M. Kœnigs	»	7	»
M. Lecornu	»	4	»
M. Brillouin	»	3	»
M. le Colonel Renard	»	3	»

M. Vieille, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure ayant pour titre : « Premier Congrès des Jardins Alpins tenu, aux Rochers-de-Naye, les 17-18 août 1894 ». (Présentée par M. Janssen.)

2° Un Ouvrage de M. *Auguste Broca* ayant pour titre : « Leçons cliniques de Chirurgie infantile, 2e série ». (Présenté par M. Guyon.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues algébriques*. Note de M. R. de Montessus de Ballore, présentée par M. Appell.

« 1. Dans une Note récente [1], j'ai déterminé les aires de convergence des fractions continues dont les réduites $\frac{U_n}{V_n}$ sont définies par les relations

[1] *Comptes rendus*, 22 février 1904.

de récurrence

$$(1)\quad \begin{cases} U_{n+1}+(Cn+D)(Pz+Q)U_n+(En+F)[A(n-1)+B]U_{n-1}=0, \\ V_{n+1}+(Cn+D)(Pz+Q)V_n+(En+F)[A(n-1)+B]V_{n-1}=0, \end{cases}$$

où A, B, C, D, E, F sont des constantes quelconques.

» J'ai montré que les fractions continues de cette nature convergent dans tout le plan de la variable z, sauf sur la courbe (ou les segments de courbe) définie par cette condition que les modules des racines α_1, α_2 de l'équation

$$A + C(Pz+Q)\alpha + E\alpha^2 = 0$$

soient identiques.

» 2. Ces résultats peuvent être étendus aux fractions continues beaucoup plus générales dont les réduites $\frac{U_n}{V_n}$ sont définies par l'une des relations de récurrence

$$(2)\quad \begin{cases} A_h U_{n+1} + B_{h+1} U_n + \pi(n) A_h U_{n-1} = 0, \\ A_h V_{n+1} + B_{h+1} V_n + \pi(n) A_h V_{h-1} = 0, \end{cases}$$

$$(3)\quad \begin{cases} A_h U_{n+1} + B_{h+1} U_n + \pi(n) z^2 A_h U_{n-1} = 0, \\ A_h V_{n+1} + B_{h+1} V_n + \pi(n) z^2 A_h V_{n-1} = 0, \end{cases}$$

où A_h, B_{h+1} sont des polynomes quelconques en z de degrés respectifs h et $h+1$ et sont en même temps fonctions de n; $\pi(n)$ est un polynome ou une fraction rationnelle en n.

» Un calcul semblable à celui déjà fait à propos des fractions continues (1), où l'on doit considérer, il est vrai, non plus une équation différentielle linéaire du premier ordre, mais une équation linéaire d'ordre n du type de Fuchs, montre que les fractions continues (2), (3) convergent dans tout le plan de la variable z, sauf sur certaines *coupures* qui d'ailleurs sont de celles rendant uniforme la fonction représentée par la fraction continue.

» 3. Nombre de fractions continues connues rentrent dans les types définis par les relations (1), (2), (3). Leurs aires de convergence peuvent dès lors être déterminées par la méthode indiquée. Indépendamment des exemples cités dans ma Note précédente et qui se rapportaient aux frac-

tions continues définies par la relation de récurrence (1), je citerai ceux-ci :

» I. *Développement de la fonction* $\frac{F(\alpha, \beta+1, \gamma+1, z)}{F(\alpha, \beta, \gamma, z)}$ (Gauss), modifié par la transformation $t = \frac{1}{z}$:

» *La fraction continue représente la fonction dans tout le plan, sauf sur la coupure* $+1$ *à* $+\infty$.

» II. *Développement de la fonction* $\frac{F(s, i+s, i+1, z^2)}{F(s, i+s-1, i, z^2)}$ (Tisserand) :

» *La fraction continue représente la fonction dans tout le plan, sauf sur les coupures* -1 *à* $-\infty$, $+1$ *à* ∞.

» III. *Le développement en fraction continue de la fonction*

$$\int \frac{dz}{1+z^{\omega}} \quad \text{(Lagrange)},$$

modifié de manière à rendre uniforme les lois de récurrence liant les termes de trois réduites consécutives, converge dans tout le plan, sauf sur certaines coupures bien définies qui, dans les cas de $\omega = 1$, $\omega = 2$, $\omega = 3$, sont respectivement :

» *La coupure* -1 *à* $-\infty$,

» *La partie de l'axe des* y *extérieure au segment* $\pm i$,

» *Les coupures dirigées suivant les droites* $y = \pm x\sqrt{3}$ *et allant des points* $z = \sqrt[3]{-1}$ *à l'infini.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation d'un théorème de Weierstrass.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Painlevé.

« I. On sait l'importance qu'il y aurait, dans un grand nombre de problèmes, à savoir si une quantité U dépendant de certains éléments (points, fonctions, etc.) atteint effectivement un minimum dans le champ considéré. Le principe de Dirichlet offre une des justifications les plus frappantes de cette remarque.

» La question est résolue dans le cas particulier où U est une simple fonction de x (ou de plusieurs variables indépendantes). Weierstrass a en effet démontré que toute fonction continue dans un intervalle limité y atteint au moins une fois son maximum. Il y aurait grand intérêt à étendre

cette proposition de façon à répondre au problème plus général que nous avons rappelé. C'est cette extension qui fait l'objet de la présente Note.

» II. Nous supposons donnée une certaine catégorie C d'éléments quelconques (nombres, surfaces, etc.), dans laquelle on sache discerner les éléments distincts. Nous pourrons dire que U_A est une *fonction* (*ou opération fonctionnelle*) *uniforme dans un ensemble* E d'éléments de C, si à tout élément A de E correspond un nombre bien déterminé U_A.

» Pour arriver à la notion de continuité d'une telle fonction, nous supposerons acquise une définition qui donne un sens précis à cette phrase : *la suite infinie* $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ *d'éléments de* C *a une limite* B. Il nous suffira que cette définition, d'ailleurs quelconque, satisfasse aux deux conditions suivantes : 1° si la suite $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ a une limite, toute suite $A_{p_1}, A_{p_2}, \ldots$, formée d'éléments d'indices croissants de la première suite a aussi une limite qui est la même; 2° si aucun des éléments A_1, $A_2, \ldots$ d'une suite quelconque n'est distinct de A, cette suite a une limite qui est A.

» Ceci étant, nous appellerons *élément limite* d'un ensemble E, un élément A qui soit la limite d'une suite d'éléments *distincts* pris dans E. Un ensemble E sera *fermé* s'il ne donne lieu à aucun élément limite ou s'il contient ses éléments limites.

» Nous pourrons dire maintenant qu'une opération fonctionnelle U uniforme dans un ensemble *fermé* E est *continue* dans E si les nombres U_{A_n} tendent toujours vers U_A lorsque la suite quelconque d'éléments de E : $A_1, \ldots, A_n, \ldots$, a pour limite A, quel que soit l'élément limite A de E.

» Enfin nous appellerons *ensemble compact* tout ensemble E tel qu'il existe toujours au moins un élément commun à une suite infinie quelconque d'ensembles $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$, contenus dans E, lorsque ceux-ci (possédant au moins un élément chacun) sont fermés et chacun contenu dans le précédent.

» III. Moyennant les définitions précédentes, nous arrivons immédiatement à la généralisation annoncée :

» Théorème. — *Toute opération fonctionnelle* U_A *uniforme et continue dans un ensemble compact et fermé* E : 1° *est bornée dans* E; 2° *y atteint au moins une fois sa limite supérieure.*

» IV. Le théorème précédent faisant jouer un rôle important à la notion d'ensemble compact, il y a lieu d'étudier les propriétés d'un tel ensemble. On y parvient plus facilement au moyen de la proposition suivante :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un ensemble* E *soit compact*

est que tout ensemble E_1 *formé d'une* infinité *d'éléments distincts contenus dans* E *donne lieu à un élément limite au moins.*

» La définition montre aussi que les ensembles compacts jouissent de propriétés analogues à celles des ensembles limités de points de l'espace. En particulier, tout ensemble formé d'un nombre fini d'éléments distincts est compact, tout ensemble formé d'un nombre fini d'ensembles compacts est lui-même compact, tout ensemble contenant un ensemble non compact est non compact.

» Ce rapprochement s'explique lorsqu'on remarque que, en prenant comme éléments les points d'une droite par exemple, et en adoptant la définition ordinaire de la limite d'une suite de points, on trouve que *tout ensemble limité de points d'une droite est un ensemble compact.* Un intervalle (où les extrémités sont comprises) sera un ensemble compact et fermé. On retrouve ainsi le cas particulier de Weierstrass que nous avons rappelé. Le même théorème s'étend à l'espace à un nombre fini de dimensions. On peut prouver qu'il s'étend encore (en choisissant convenablement la définition de la limite) à l'espace à une infinité dénombrable de dimensions. Ces propositions, d'apparence bien abstraite, comportent de nombreuses applications. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La série de Fourier et la série de Taylor sur son cercle de convergence.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Painlevé.

« Soit $f(\varphi)$ une fonction de période 2π, sommable au sens de M. Lebesgue; considérons les deux séries

$$\text{(I)} \qquad a_0 + (a_1 \cos\varphi + b_1 \sin\varphi) + \ldots + (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi) + \ldots,$$

$$\text{(II)} \qquad -b_0 + (a_1 \sin\varphi - b_1 \cos\varphi) + \ldots + (a_n \sin n\varphi - b_n \cos n\varphi) + \ldots,$$

dont la première est la série de Fourier attachée à la fonction $f(\varphi)$; elles représentent respectivement ce que deviennent la partie réelle et la partie imaginaire de la série de Taylor : $\Sigma(a_n - ib_n)z^n$, quand on pose $z = e^{i\varphi}$.

» L'étude de la convergence de la série (I) a fait l'objet de nombreux travaux : la plupart des méthodes employées s'appliquent également à l'étude de la convergence de la série (II) ou, ce qui revient au même, de l'intégrale

$$\int_{\frac{\varphi}{2}}^{\pi - \frac{\varphi}{2}} \frac{f(\varphi + 2t) - f(\varphi)}{\sin t} [\cos t - \cos(2m + 1)t]\, dt.$$

» Comme pour la série (I), la convergence de la série (II) pour la valeur φ_0 de la variable dépend seulement de la manière dont se comporte $f(\varphi)$ autour de φ_0.

» Posons

$$h(t) = \left|\frac{f(\varphi + t) - f(\varphi)}{t}\right|.$$

» Si $h(t)$ admet une intégrale, la série (I) converge vers $f(\varphi)$, ainsi que l'ont montré MM. Dini et Lebesgue; la série (II) converge également et a pour somme

$$(1) \qquad g(\varphi) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} [f(u) - f(\varphi)] \cot\frac{\varphi - u}{2} du$$

(en laissant de côté b_0 qui reste arbitraire).

» Si $f(\varphi)$ est à nombres dérivés bornés dans un intervalle, $g(\varphi)$ est continue dans cet intervalle; il en est de même si l'on a

$|f(u) - f(\varphi)| < A|u - \varphi|^\delta$ $(\delta > 0)$ (condition de Lipschitz) ([1]).

» La condition de Dini-Lebesgue n'est nullement nécessaire pour la convergence de la série (II). Pourtant si, f étant intégrable au sens de Riemann, le rapport $\frac{f(\varphi + t) - f(\varphi)}{t}$ conserve un signe constant au voisinage de $t = 0$, cette condition est *nécessaire :* si $h(t)$ n'est pas intégrable, la série (II) a une somme infinie.

» On voit que la série (II) peut être divergente quand la fonction f est à variation bornée.

» Si $f(\varphi)$ est à variation bornée, pour que la série (II) converge, il faut et il suffit qu'en posant

$$\lambda(t) = \frac{f(\varphi + 2t) - f(\varphi + 0) - f(\varphi - 2t) + f(\varphi - 0)}{t}$$

l'intégrale

$$\int_{\varepsilon^2}^{a} \lambda(t)\, dt \qquad (a > 0)$$

tende vers une limite quand ε tend vers zéro.

» La fonction intégrée pouvant ici changer de signe une infinité de fois, cette condition a un tout autre sens que celle de Dini.

([1]) On peut démontrer que les séries (I) et (II) convergent alors *uniformément.*

» Supposons que $f(\varphi)$ représente la partie réelle d'une série de Taylor sur le cercle de rayon 1, en fonction de l'argument φ; si $f(\varphi)$ est continue, la partie réelle et la partie imaginaire se trouvent complètement déterminées à l'intérieur du cercle (à une constante additive près). Les théorèmes précédents ont alors une signification particulièrement intéressante; par exemple :

« Si la *partie réelle* d'une série de Taylor sur son cercle de convergence » est, en tant que fonction de l'argument φ, à nombres dérivés fermés, la » série converge sur ce cercle et y prend une suite de valeurs bien déter- » minées [1] et continue. »

» On peut aussi appliquer à la série (II) le procédé de sommation à l'aide de la moyenne arithmétique, introduit par M. Féjer [2]; on est ainsi conduit au théorème suivant :

» *Si la partie réelle et la partie imaginaire d'une série de Taylor sont continues sur le cercle de convergence, elles s'expriment l'une par l'autre au moyen de la formule* (1), *le second membre désignant la* valeur principale, *au sens de Cauchy, de l'intégrale qui y figure, c'est-à-dire la limite de*

$$\frac{1}{2\pi}\left(\int_0^{\varphi-\varepsilon}+\int_{\varphi+\varepsilon}^{2\pi}\right),$$

quand ε *tend vers zéro.* »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la composition chimique des mélanges gazeux radioactifs qui se dégagent de l'eau de quelques sources thermales. Présence de l'hélium.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Deslandres.

« MM. P. Curie et A. Laborde ont dernièrement mis en évidence la présence de l'émanation du radium dans les gaz qui s'échappent spontanément au griffon de diverses sources thermales (*Comptes rendus*, 9 mai 1904). Entre autres résultats importants, ce travail apporte une explication rationnelle, longtemps cherchée en vain, à quelques énigmes de thérapeutique thermale. Il montre en tout cas combien variés peuvent être les facteurs de l'action d'une eau minérale sur l'économie.

» La détermination de la composition chimique des gaz des sources

---

(1) Quel que soit le chemin, même tangent à la circonférence, décrit par la variable z.

(2) *Comptes rendus*, 1900, p. 984.

radioactives devait être la suite naturelle de leur examen physique. L'étude chimique tirait, en outre, un grand surcroît d'intérêt de la circonstance suivante :

» D'après les observations récentes de MM. Ramsay et Soddy (*Phys. Zeit.*, 1903), de MM. Dewar, Curie et Deslandres (*Comptes rendus*, 25 janvier 1904), de M. Hendricson, et de MM. Ramsay, Soddy et Collie (*Comptes rendus*, 6 juin 1904), l'émanation du radium, véritable gaz matériel, se détruirait en donnant de l'hélium et ce fait serait corrélatif de la disparition de la radioactivité du mélange gazeux.

» Il est à souhaiter que ce résultat, étant donnée son exceptionnelle importance, soit confirmé par des expériences nouvelles. On a déjà fait remarquer qu'il concorde avec cette observation que l'hélium existe dans tous les minéraux radifères connus. Si nous généralisons, l'hélium doit être en quelque sorte le compagnon du radium dans la nature et il faut s'attendre à le trouver partout où se rencontrera le radium ou son émanation. Il est possible d'ailleurs que d'autres matières radioactives, plus ou moins répandues au sein de la terre, subissent des métamorphoses du même ordre que celles qu'éprouverait le radium dans l'hypothèse de sa transformation en hélium, avec production finale d'hélium ou d'autres gaz de la même famille (argon, néon, crypton, xénon).

» Eu égard à ces considérations, les eaux minérales, par leur grand nombre et par la variété de leurs origines souterraines, offraient un champ d'expériences aussi vaste que propice.

» Dans ces dernières années diverses sources de gaz naturelles ont fait l'objet d'un examen chimique plus ou moins approfondi. Rappelons notamment pour mémoire les travaux de M. Bouchard sur les eaux de Cauterets, de MM. Bouchard et Desgrez sur la source de Bagnoles-de-l'Orne, de MM. Nasini et Anderlini sur les suffioni de Laderello et les thermes d'Albano (Toscane), de M. Moissan sur la source Bordeu (de Luchon), de M. Dewar sur la source King's Well (de Bath) et enfin nos propres recherches sur le gaz de Maizières (Côte-d'Or) et sur cinq sources thermales de la région pyrénéenne.

» Les sources de Cauterets, de Bagnoles-de-l'Orne et d'Eaux-Bonnes sont parmi celles où MM. P. Curie et A. Laborde ont rencontré la radioactivité. Ces trois sources renferment aussi de l'hélium.

» Nous venons d'étudier les gaz de douze autres sources radioactives. Pour ces expériences nous avons adopté, en la perfectionnant notablement, la méthode suivie dans nos recherches antérieures, et qui est basée sur l'absorption à chaud de l'azote et de l'oxygène par le mélange Maquenne (chaux-magnésium). L'examen spectroscopique direct du résidu gazeux non absorbable (argon, hélium, etc.) a été, dans quelques

cas, complété par l'étude photographique, dans le laboratoire de M. Deslandres, à l'Observatoire de Meudon.

» Outre l'argon, qui semble exister dans la généralité des mélanges gazeux naturels, les douze nouvelles sources examinées nous ont toutes présenté le spectre caractéristique de l'hélium. Sans rien présumer des proportions relatives d'argon et d'hélium, qu'il ne nous est pas possible de préciser actuellement, nous devons dire que, dans presque toutes les sources, la raie principale de l'hélium ($\lambda = 587,6$) était au moins aussi brillante que les raies les plus intenses de l'argon; nous l'avons trouvée par contre beaucoup plus faible, quoique encore nettement visible, dans la source Chomel (de Vichy).

» Dans le Tableau suivant nous donnons la composition centésimale, en volumes, des divers mélanges gazeux naturels radioactifs que nous avons étudiés. L'argon et l'hélium (ainsi que les autres gaz rares qui peuvent s'y trouver et que nous nous réservons d'y rechercher ultérieurement, figurent en bloc dans la dernière colonne; leur ensemble constitue la totalité du résidu gazeux non absorbé par les réactifs mis en œuvre.

Sources.		CO^2.	Oxygène.	Azote.	Argon, hélium, etc.
Badgastein (Autriche)		trace	1,40	97,25	1,35
Plombières (Vosges)	Source Vauquelin	0,21	1	96,81	1,98
	» n° 3	néant	5,75	92,56	1,69
	» n° 5	néant	4,27	94,25	1,48
	» Capucins	1	8,90	88,65	1,45
	» Crucifix	néant	3,30	95,14	1,56
Bains-les-Bains (Vosges)		trace	4,69	94,07	1,24
Luxeuil (Haute-Saône)	Bain des Dames	1,9	0,6	95,44	2,06
	Grand bain	3,07	1,8	93,09	2,04
Vichy (Source Chomel)		31,2	13,37	54,93	0,50
Néris (Allier)		12,3	0,50	85,09	2,11
Salins-Moutiers (Savoie)		36,70	néant	62,54	0,77
Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées)		néant	néant	98,20	1,80

» L'ordre dans lequel sont rangées ces sources est celui de leurs intensités radioactives décroissantes. Nous rappellerons que ces intensités ont été trouvées très différentes par MM. P. Curie et A. Laborde. La source Vauquelin, par exemple, est environ 50 fois plus radioactive que les dernières sources du Tableau. Il y aurait parallèlement un grand intérêt à doser l'hélium dans nos mélanges gazeux naturels et à effectuer des dosages à diverses phases de la disparition de la radioactivité. C'est là une question

que nous aborderons sans doute plus tard. Pour le moment nous poursuivons nos déterminations qualitatives. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la nature de l'anode sur l'oxydation électrolytique du ferrocyanure de potassium.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. H. Moissan.

« L'influence de la nature des électrodes est de la plus haute importance principalement en ce qui concerne les réactions organiques, oxydations ou réductions.

» L'oxydation du ferrocyanure de potassium a été l'objet de nombreuses recherches de Schlagdenhauffen, Schönbein, Daniell et Miller, Smée, Hittorf, Hayek, etc.

» Nous avons repris cette étude en cherchant les conditions pratiques de la fabrication du ferricyanure et avons été amenés à employer diverses substances comme anode.

» Lorsque l'on électrolyse avec diaphragme une solution de ferrocyanure de potassium, il y a formation au pôle positif de ferricyanure et d'acide ferrocyanhydrique par suite de la réaction de l'anion $[Fe(CN)^6]''''$ soit sur le ferrocyanure, soit sur l'eau, cette deuxième réaction donnant lieu à un dégagement d'oxygène, perdu pour l'oxydation

$$(1) \qquad 2[Fe(CN)^6]'''' + 6Fe(CN)^6K^4 = 8Fe(CN)^6K^3,$$

$$(2) \qquad [Fe(CN)^6]'''' + 2H^2O = Fe(CN)^6H^4 + O^2.$$

» La réaction (2) devient de plus en plus importante au fur et à mesure que la solution s'appauvrit en ferrocyanure; en même temps il y a formation d'acide ferricyanhydrique par un processus analogue.

» Si l'anode est un métal attaquable par l'ion $[Fe(CN)^6]''''$ le ferrocyanure correspondant prend naissance, mais assez souvent ce produit insoluble reste adhérent à l'électrode et l'opération se poursuit en même temps qu'il se forme du ferricyanure de potassium avec un rendement très variable suivant la nature du métal. Lorsque la couche de ferrocyanure est importante la tension aux bornes est de ce fait beaucoup plus élevée.

» Nos expériences ont été faites dans un vase de nickel servant de cathode qui était refroidi extérieurement. Dans le vase poreux se trouvait une anode rotative de 1^{dm^2} de surface utile. L'intensité du courant était de 5 ampères et les essais duraient généralement une heure. Les conditions de concentration, de volume de liquide, de température, etc., étaient les mêmes.

» A la fin de chaque opération, le rendement était établi de la façon suivante : Le

volume anodique est mesuré et, sur un échantillon, le ferrocyanure inaltéré est titré par la méthode de de Haen (permanganate en milieu acide). Sur un autre échantillon, le ferricyanure est réduit et le ferrocyanure titré comme précédemment. La différence entre les deux dosages correspond au sel oxydé par électrolyse. Pour la réduction du ferricyanure nous avons eu recours à l'action de l'eau oxygénée en milieu alcalin :

$$2Fe(CN)^6K^3 + 2KOH + H^2O^2 = 2Fe(CN)^6K^4 + 2H^2O + O^2.$$

» L'effet est instantané et une courte ébullition détruit l'excès d'eau oxygénée. Le rendement est le rapport du ferrocyanure obtenu au ferricyanure qui se serait formé théoriquement (d'après un voltamètre à cuivre).

Influence de la nature de l'anode dans l'oxydation du ferrocyanure (¹).

	Substance de l'anode.	Durée de l'essai. (min)	Rendements. (pour 100)	Tension finale. (volts)
I.	Platine poli	30	74,9	4,9
	Platine poli	60	63,7	4,9
	Platine platiné	60	45,4	5,0
	Graphite Acheson	60	33,2	5,0
	Électro-graphitique. Sté « Le Carbone »	60	27,5	5,3
	Électrode ordinaire	60	6,9	5,4
II.	Fer	60	50,0	4,7
	Cobalt	60	41,3	5,0
	Nickel	60	37,3	5,3
III.	Plomb + PbO^2	60	39,5	4,5
	Plomb	60	6,2	9,1
	Plomb antimonié	60	»	5,7
	Étain	60	8,8	8,5
IV.	Cuivre	30	75,2	30
	Cuivre amalgamé	30	»	41
	Zinc	30	27,2	36
	Zinc amalgamé	30	»	41
	Cadmium	Le courant ne passe pas		48
	Mercure	Id.	Id.	48
V.	Magnésiun	Se dissout, formation d'hydrate		»
	Aluminium	Dissolut. plus grande que la théorie		15
	Argent	Dissolut. théorique Précipitation de ferrocyanure d'argent		6

(¹) Dans les conditions de nos essais, l'oxydation du liquide anodique demandait une heure pour un rendement théorique.

» Les résultats réunis dans le Tableau ci-contre permettent de classer les métaux en cinq groupes. Le premier renferme les substances ne donnant pas de ferrocyanure; il y a lieu de remarquer la différence des rendements obtenus avec le platine poli et le platine platiné et avec les différentes variétés de charbon. Le second groupe renferme les métaux peu attaquables et donnant un assez bon rendement. Le troisième groupe, les métaux peu attaquables donnant un rendement insignifiant. Avec le quatrième groupe l'attaque est nette, mais il y a oxydation. Avec le cinquième groupe au contraire, le métal se comporte comme anode soluble.

» De ces expériences il résulte que les métaux ont une action très variable lorsqu'on les utilise comme anode dans l'électrolyse du ferrocyanure de potassium. Nous poursuivons cette étude en milieu alcalin et dans certaines conditions spéciales qui nous ont fourni jusqu'à présent des résultats un peu différents. »

CHIMIE. — *Sur la complexité des sulfates dissous.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Comme suite à mes études sur les rayons N, j'ai été conduit à constater que la molécule d'un sel dissous n'est pas aussi simple que sa molécule gazeuse (*Comptes rendus,* 18 juillet 1904, p. 199). Je vais aujourd'hui confirmer ce résultat en remarquant toutefois que la théorie capitale de M. van't Hoff sur la pression osmotique ne subit aucun changement si le poids de la molécule dissoute est constamment le double de celui de la molécule gazeuse.

» *Sulfate cuivrique.* — Déterminons la molécule de sulfate cuivrique dissoute par rapport à la molécule sulfurique dissoute dans la même quantité d'eau. Partons d'abord d'une dissolution renfermant $0^{mol},75$ ($120^g SO^4Cu$ anhydre) dans 2^l : l'abaissement du point de congélation est de $0°,70$. Après avoir fait cette constatation, précipitons exactement le cuivre par le gaz sulfhydrique, de façon à obtenir la dissolution acide génératrice du sulfate observé et déterminons l'abaissement du point de congélation de cette solution sulfurique. La valeur trouvée $1°,51$ est au moins le double de $0°,70$; d'où je conclus que l'oxyde cuivrique condense sur lui au moins 2^{mol} d'acide sulfurique. Comme l'analyse indique qu'à 1^{at} de Cu correspond 1^{mol} de SO^4H^2, il faut que le sel métallique dissous renferme 2^{at} de Cu, c'est-à-dire qu'il réponde à la formule $[CuSO^4]^2$.

» Une dissolution renfermant $146^{g},5$ SO^4Cu anhydre dans 1^l, conduit à la même conclusion; car l'abaissement brut de son point de congélation est de $1^{\circ},69$, tandis que l'abaissement relatif à l'acide sulfurique correspondant est de $3^{\circ},68$.

» *Sulfate de magnésie.* — Pour le sulfate de magnésie anhydre SO^4Mg, d'après Raoult, l'abaissement moléculaire brut est $0,168 \times 120$ ou $20,1$, tandis que, dans les mêmes conditions, l'abaissement moléculaire de l'acide sulfurique est 40,1. Donc, avec notre interprétation [1], on arrive invariablement à la même conclusion :

» *La molécule des sulfates métalliques dissous est* $[SO^4M'']^2$.

» *Condensation des bases dissoutes.* — En admettant la divalence de l'atome métallique M, la forme $(SO^4M)^2$ peut résulter soit de la bibasicité de l'acide sulfurique, soit de la condensation de l'oxyde dont l'hydrate est OH — M — O — M — OH.

» Dans le premier cas le sulfate aurait pour forme $SO^4\begin{matrix}\diagup M \diagdown \\ \diagdown M \diagup\end{matrix}SO^4$, tandis qu'à l'hydrate condensé répondrait la forme HSO^4-M-O-M-SO^4H, Cette seconde expression explique l'acidité constante des sulfates métalliques; mais elle est sujette à une objection : le résidu sulfurique $H.SO^4$ se comporte comme un acide faible, attendu qu'il décompose difficilement les carbonates alcalins; donc l'acidité entrée en combinaison est fortement neutralisée par l'hydrate métallique. En d'autres termes cet hydrate devrait avoir une basicité très forte, capable de déplacer la potasse ou la soude, si du moins à l'insolubilité de cet hydrate se substitue l'insolubilité du sulfate correspondant. Or c'est précisément ce que, dans certains cas, confirme l'expérience directe, bien que l'on considère habituellement tous les hydrates métalliques comme des bases faibles.

» Voici en effet comment j'ai réalisé cette substitution à la soude de l'oxyde de zinc condensé. Cet oxyde métallique précipité à chaud par un excès de potasse, les solutions étant très diluées, a été filtré, lavé et essoré; ensuite il a été délayé dans une grande quantité d'eau chaude, puis de nouveau filtré et essoré, plusieurs fois. Après

---

(1) A l'appui de mon interprétation, on peut remarquer que l'acide acétique, au-dessous de 120°, a certainement une forme condensée d'après les beaux travaux de Cahours. Or son abaissement moléculaire brut (pour 2°) est, d'après Raoult, 18,78; tandis que HCl, dont la formule n'est pas douteuse, a pour abaissement, dans les mêmes conditions, 37,87, c'est-à-dire le double de $C^2H^4O^2$. Raoult et Recoura ont été conduits à la même conclusion en étudiant l'acide acétique comme liquide tonométrique, ainsi que Ramsay et Shields dans leurs recherches sur la capillarité.

avoir subi ces purifications, l'oxyde de zinc devient incapable de rougir la phtaléine du phénol, probablement parce qu'il est insoluble. Mais si à 1^{g} de ce corps on ajoute 20^{cm^3} d'eau, puis 4^{g} de sulfate sodique $SO^4Na^2, 10H^2O$ pur, on voit apparaître la teinte rouge de la phtaléine qui caractérise ainsi l'apparition de la soude caustique chassée du sulfate sodique. Au bout de 4 heures, j'ajoute $2^{mc^3}, 5$ d'acide sulfurique titré (à $\frac{1}{10}$ équivalent) et la liqueur se décolore; mais si l'on agite de temps à autre, la teinte rouge de la phtaléine réapparaît le lendemain, même à l'obscurité, en tube scellé et sans trace de zinc dissous. Elle disparaît par addition de $0^{cm^3}, 6$ de liqueur acide décime, réapparaît au bout de 12 heures, redisparaît sous l'action de $0^{cm^3}, 6$ de liqueur décime, et cela plusieurs fois. Il y a donc certainement un déplacement de la soude par l'oxyde de zinc: ce déplacement semble cesser à 100°, mais il réapparaît à froid. J'ai dit ailleurs (*loc. cit.*) que réciproquement le sulfate $SO^4(Zn.O.Z.OH)^2$ n'est pas décomposé par la potasse à froid et cela confirme bien la grande énergie que j'attribue à la base complexe OH.Zn.O.Zn.OH.

» L'oxyde cuivrique donne des résultats moins nets que l'oxyde de zinc, peut-être parce qu'il reste difficilement hydraté quand on cherche à lui enlever tout excès d'alcali. Toutefois, au contact du sulfate d'ammoniaque, apparaît une teinte bleue qui dénote le déplacement de l'alcali volatil, et qui parfois exige 5^{cm^3} de liqueur décime acide pour disparaître.

» En résumé les sulfates des métaux bivalents, en solution aqueuse, sont formés par la réunion de 2^{mol}, dont un mode d'assemblage peut être représenté par la formule $HSO^4 - M - O - M - SO^4H$. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influences activantes et paralysantes de certains corps dans la production de la rouille.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« On sait aujourd'hui que l'oxydation des corps organiques est influencée par la présence de certains métaux. M. Livache a étudié la siccativité des huiles au contact du plomb divisé; M. Trillat a oxydé les alcools, l'ammoniaque et les amines au moyen d'une spirale de platine ou de cuivre rouge et il a montré que la présence du platine favorise, que la présence du plomb, de l'arsenic diminue au contraire l'action oxydante du cuivre; MM. Duchemin et Dourlen ont récemment confirmé le rôle actif que le cuivre exerce au contact des alcools éthylique et méthylique, pour former les acides correspondants; on sait d'autre part que les fabricants de formaldéhyde ne peuvent travailler avec des cuivres arsénicaux.

» Je me suis demandé si les métaux qui influencent les oxydations organiques ont la même action vis-à-vis des métaux eux-mêmes et spécialement vis-à-vis du fer. J'ai constaté que certains d'entre eux, comme le cuivre, placés sous l'eau constamment aérée en présence du fer, activent l'oxydation de celui-ci et que d'autres plus nombreux, l'étain, le plomb, le zinc, le manganèse, l'aluminium, le magnésium la retardent, à la façon des carbonates alcalins ou de l'ammoniaque.

» Ces phénomènes sont dus non pas à la présence du métal, mais à la dissolution dans l'eau de traces d'hydrates d'oxyde; je m'en suis assuré en faisant barboter de l'air, en présence du fer, dans de l'eau qui avait séjourné au contact du cuivre ou du zinc; l'influence activante du premier, paralysante du second, est la même que celle constatée en présence du métal, comme le fait voir le Tableau suivant, où le poids de sesquioxyde de fer produit dans l'eau pure est pris pour unité.

	En présence du métal.		En présence de l'eau ayant séjourné sur le métal.
Témoin	1		1
Cuivre rouge	1,29	1,82	1,66
Zinc pur	0,79	0,90	0,82
Plomb	0,62		
Étain	0,86	0,79	
Aluminium	0,90		
Manganèse	0,86		
Magnésium	0,29		

» La formation de ces traces d'hydrates, que j'ai d'ailleurs signalée à propos de l'hydrolyse du sucre, ramène le problème à étudier l'action des oxydes. Le rôle de ceux-ci est mieux connu; nous possédons de nombreux travaux sur l'action de l'oxyde de manganèse, par M. Livache et par M. Bertrand; de ce même oxyde en présence de la potasse et de la soude, par M. Trillat; de l'oxyde de vanadium, par M. Villiers et par moi-même; de l'oxyde de cuivre, par M. Kling. Je ferai remarquer que l'oxyde de fer est lui-même un activant de la formation de la rouille; on sait avec quelle rapidité les taches de rouille s'étendent sur le fer, à partir du moment où elles y apparaissent.

» Parmi les paralysants de l'oxydation du fer il convient de citer au premier rang l'arsenic et ses dérivés. L'arsenic, en présence de l'eau

aérée, fournit de l'acide arsénieux et peut-être du sous-oxyde d'arsenic, As^2O; quelquefois, quand il est en grande quantité, l'arsenic arrête complètement l'oxydation; souvent il la ralentit seulement; dans ce cas le fer se dissout, surtout à la chaleur, et fournit un arsénite ferreux, puis ferrique, renfermant une quantité d'oxyde de fer qui ne dépasse pas le tiers de celle qui se forme dans les conditions ordinaires d'oxydation. Ces arsénites sont colloïdaux, ne précipitent ni par la potasse, dans laquelle ils se dissolvent, ni par l'ammoniaque. L'acide arsénique annule nettement l'oxydation, ainsi que les arsénites et les arséniates alcalins, à la condition d'être employés à une dose voisine de 1 pour 100; le sulfure d'arsenic (orpiment) est également un paralysant énergique. Dans cet ordre d'idées je rappellerai que l'acide arsénique, d'après M. Trillat, arrête l'action oxydante du manganèse et de la potasse vis-à-vis de l'acide gallique et que le platine, employé dans la fabrication de l'acide sulfurique par contact, perd son pouvoir oxydant quand les gaz du four à pyrites ne sont pas au préalable débarrassés de leur acide arsénieux.

» Les sels solubles, chlorures de sodium, de potassium, d'ammonium, les sulfates correspondants, grâce à leur dissociation électrolytique, rendent l'oxydation deux ou trois fois plus rapide.

» L'action des corps organiques n'est pas moins curieuse; si le sucre, le phénol, la résorcine, etc. accélèrent la formation de la rouille, l'alcool, le salicylate de méthyle, etc. la retardent au contraire; les acides acétique, salicylique, etc. dissolvent le fer au fur et à mesure de son oxydation.

» Il était intéressant d'appliquer les résultats de cette étude à la recherche des causes qui produisent la rouille, trop souvent constatée, des bidons de fer étamé ou de fer galvanisé dans lesquels on expédie l'alcool dénaturé; cette formation constitue en effet un des obstacles à la consommation dans l'automobilisme. Il est évident que la facilité avec laquelle a lieu l'oxydation des bidons n'est pas en rapport avec la quantité d'eau que l'alcool renferme et qu'elle est due vraisemblablement aux impuretés que cet alcool apporte.

» Les alcools réservés aujourd'hui à la dénaturation sont constitués presque uniquement par des têtes de rectification, les queues étant employées à la fabrication de la poudre sans fumée, de la soie artificielle, etc.; ils renferment donc de l'aldéhyde, des traces d'acide acétique, de l'éther acétique. On les additionne de méthylène régie, alcool méthylique impur, mélangé d'acétones et d'acétate de méthyle. Ceux qui sont proposés à l'auto-

mobilisme renferment en outre 50 pour 100 de benzine légère du gaz.

» Parmi ces corps étrangers c'est la benzine qui présente la plus grande activité dans la production de la rouille; son rôle oxydant vis-à-vis de l'indigo a été signalé par M. Berthelot en 1867 et j'ai observé que son addition à son volume d'alcool triple aisément la vitesse d'oxydation. Les acétates d'éthyle et de méthyle ne provoquent pas sensiblement l'oxydation, pas plus que l'aldéhyde, mais attaquent le zinc, l'étain, puis le fer des bidons; or les acétates de ces métaux amorcent l'oxydation, surtout en présence de la benzine et la développent deux ou trois fois plus vite que ne le ferait seul l'alcool carburé.

» D'autre part l'arsenic, l'acide arsénieux, l'orpiment arrêtent totalement l'oxydation et cela pendant plusieurs mois de contact; évidemment l'emploi de ces corps est inapplicable pour préserver les bidons de l'oxydation; l'alcool ne dissout que des traces d'arsenic, mais celui-ci s'oxyde au sein du liquide et les produits d'oxydation sont beaucoup plus solubles que l'arsenic lui-même. »

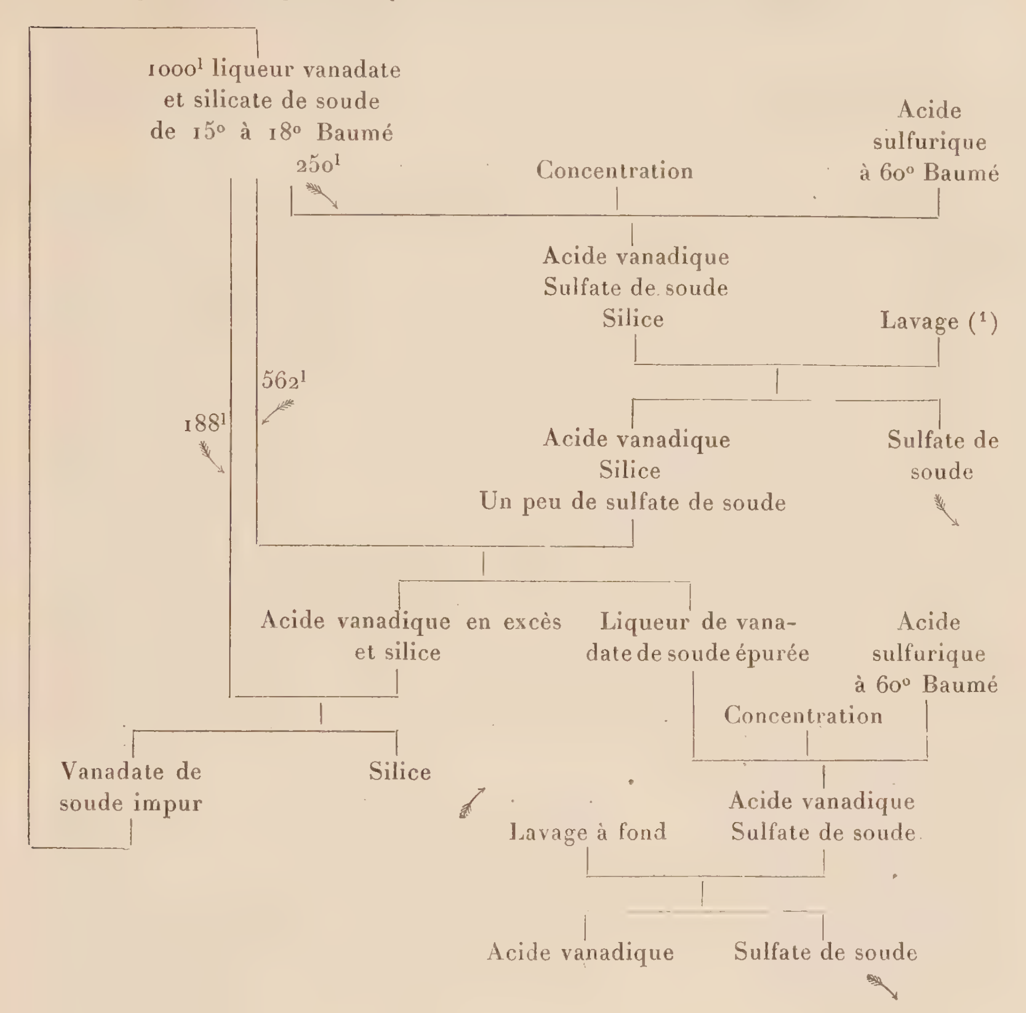
CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'épuration des liqueurs de vanadate de soude; observations relatives aux procédés de double décomposition pour la séparation industrielle des métaux.* Note de M. **Herrenschmidt**, présentée par M. A. Ditte.

« A la séance du 24 octobre, nous avons donné quelques détails sur les réactions que nous employons pour la purification des liqueurs de vanadate de soude obtenues par nos procédés.

» Nous venons de recevoir une Note du Patentamt de Berlin, nous demandant la raison pour laquelle nous préférions employer l'acide vanadique, pour l'épuration de la liqueur de vanadate de soude, au lieu de n'importe quel autre acide. Voici notre réponse, qui complétera notre Note du 24 octobre, en ce qui concerne cette séparation :

» Si, dans une liqueur étendue de vanadate et de silicate de soude, on ajoute un acide quelconque, il n'y a pas de précipitation aussi longtemps que la liqueur n'est pas concentrée, c'est-à-dire telle qu'on la trouve dans le courant de la fabrication. Au contraire, si l'on ajoute à cette liqueur de l'acide vanadique, la silice se précipite complètement si l'on emploie un léger excès d'acide vanadique. Dans une liqueur concentrée, à l'état sirupeux, l'acide sulfurique, par exemple, précipite en même temps la silice et l'acide vanadique; il n'y a donc pas de séparation. »

» Les opérations d'épuration peuvent se résumer dans le schéma suivant :



» Ce que j'ai toujours cherché pour la séparation des métaux par voie humide, c'est d'employer, chaque fois qu'il est possible, comme précipitant, non seulement un métal, ce qui se fait couramment, mais également l'oxyde, le sulfure ou le carbonate de l'un des métaux qui se trouvent dans

(1) En pratique on fait un lavage à l'eau de l'acide vanadique brut pour que les liqueurs ne soient pas trop chargées en sulfate de soude. Il est à noter que ce procédé est également applicable à la séparation de la silice dans une liqueur de molybdate de soude.

la dissolution. On le fait tous les jours en précipitant le cuivre par le fer, l'argent par le cuivre, etc.

» Dans les deux cas on a employé comme réacteur un des métaux contenus déjà dans la liqueur pour en précipiter l'autre, sans ajouter un réactif qu'il faudrait séparer après.

» Il ne viendrait pas à l'idée d'un industriel de séparer le cuivre contenu dans une solution de zinc par du fer, puisqu'il souillerait la liqueur de sulfate de zinc. Il précipitera dans ce cas le cuivre par le zinc et l'inverse, c'est-à-dire par le fer si la liqueur contient du fer.

» De même que l'on peut séparer par le fer ou le zinc le cuivre d'une de ses dissolutions, de même on peut par mes méthodes, qui sont déjà employées dans plusieurs usines, séparer le fer de l'alumine par l'alumine, le zinc du cuivre par l'oxyde de zinc, le nickel, le cobalt et le manganèse, du fer et de l'alumine, par le sulfate de fer; le manganèse par les sesquioxydes de cobalt et de nickel; le cobalt du nickel par le sesquioxyde de nickel, exemple : traitement des minerais de cobalt de la Nouvelle-Calédonie par les procédés Herrenschmidt (usines Malétra); le fer du manganèse par le carbonate ou le sesquioxyde de manganèse suivant l'état d'oxydation où se trouve la liqueur, ou bien encore le fer du manganèse par le sulfure de manganèse, etc.

» Ce chassé-croisé peut se faire dans tous les sens; le fait dépend du degré d'oxydation de la liqueur et des oxydes employés, ainsi on précipitera le fer d'une dissolution de cuivre et de fer par l'oxyde de cuivre comme on peut précipiter le cuivre par le fer.

» Cette méthode est applicable industriellement à tous les métaux et métalloïdes que j'ai essayés.

» Comme ces procédés de séparation par déplacement ne peuvent, dans la majeure partie des cas, être employés dans les laboratoires comme procédés d'analyses, les chimistes ne les recommandent pas dans l'industrie. Dans quelques cas pourtant ces méthodes sont d'un puissant secours pour les recherches au laboratoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode et l'oxyde jaune de mercure sur les acides à fonction éthylénique. Séparation des isomères.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. Haller.

« I. Comme suite à des recherches antérieures [1] dans lesquelles j'ai étudié l'action de l'iode et l'oxyde jaune de mercure (acide hypoiodeux

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1766, et t. CXXXI, p. 528; 1900.

naissant) sur différents composés non saturés, je donnerai dans cette Note les résultats obtenus en appliquant la même action aux acides à fonction éthylénique.

» La technique suivie est sensiblement la même que celle décrite dans les Notes rappelées ci-dessus :

» On dissout le composé choisi (2^{mol}) dans l'éther saturé d'eau (20 parties), on ajoute l'iode (4^{at}) et l'oxyde de mercure (1^{mol}). On laisse en contact pendant 24 heures. Ensuite, on sépare par le filtre le HgI^2 déposé et l'on évapore l'éther. On reprend le résidu par une solution aqueuse de KI pour enlever HgI^2 et quelques gouttes de bisulfite de soude pour enlever l'excès d'iode. Le résidu est traité par une solution aqueuse de carbonate de soude et, s'il est soluble, reprécipité par un acide.

» En opérant ainsi, on trouve des résultats très différents suivant la place de la liaison éthylénique dans la formule développée attribuée à ces acides, ce qui peut avoir de l'intérêt pour l'établissement de cette formule.

» 1. Les acides à liaison éthylénique $\alpha\beta$, $R - CH = CH - CO^2H$, se retrouvent inaltérés à la fin de l'expérience. Il est probable cependant, si l'on en juge par la rapidité de la formation de HgI^2, qu'il y a production d'un produit d'addition de IOH sur la liaison éthylénique, mais le composé formé est détruit complètement dans les traitements ultérieurs, notamment par l'action de KI (des réactions de cet ordre sont connues).

» 2. Avec les acides de formules $R - C\begin{smallmatrix} /\!\!/ CH^2 \\ \diagdown CO^2H \end{smallmatrix}$, qui présentent ceci de commun avec les précédents, que leur liaison éthylénique est rattachée au carbone auquel est lié le carboxyle, le résultat est encore le même.

» 3. Les acides à liaison éthylénique $\beta\gamma$ fixent d'une façon très stable l'acide hypoiodeux et donnent ainsi naissance à des composés iodés insolubles dans les carbonates alcalins et qui sont des lactones iodées de formule générale

$$\underset{\displaystyle\llcorner\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!\lrcorner}{R - CH(-O) - CHI - CH^2 - CO.}$$

» Je reviendrai sur ces composés qui présentent un certain intérêt pour la caractérisation et l'isolement des acides éthyléniques $\beta\gamma$.

» 4. Les acides $\gamma\delta$ sont à l'étude; je n'en parlerai pas actuellement.

» 5. Les autres acides, à fonction éthylénique plus éloignée du groupe carboxyle, fixent également l'acide hypoiodeux; les produits ainsi obtenus

ont vraisemblablement comme formule générale

$$R - CHOH - CHI - (CH^2)^n - CO^2H$$

ou

$$R - CHI - CHOH - (CH^2)^n - CO^2H;$$

tout au moins ils conservent leur fonction acide libre, ils sont saturés et leur dosage d'iode correspond sensiblement à cette formule (il est un peu inférieur).

» Ceux que j'ai obtenus jusqu'ici sont des liquides incolores, mais se colorant rapidement par mise en liberté d'iode (le chiffre d'iode un peu faible trouvé à l'analyse tient sans doute à cette décomposition).

» II. Après avoir exposé rapidement les résultats généraux de cette étude qui seront développés dans un autre recueil, j'insisterai sur les lactones iodées dérivées des acides $\beta\gamma$.

» Ces lactones présentent, en effet, cet intérêt qu'elles permettent une séparation rigoureuse et facile des acides $\beta\gamma$ d'avec les acides $\alpha\beta$ qui leur sont souvent mélangés. De plus, non seulement on peut ainsi obtenir les acides $\alpha\beta$ complètement exempts d'acides $\beta\gamma$, mais on peut régénérer facilement ceux-ci de leurs lactones iodées. Celles-ci en effet partagent la propriété, que j'ai signalée antérieurement ([1]) pour d'autres composés d'addition de IOH avec des composés éthyléniques, de régénérer le composé primitif sous l'influence du zinc et de l'acide acétique.

» Pour ce cas particulier des acides $\beta\gamma$, il est avantageux de produire IOH naissant dans des conditions différentes. On peut en effet employer l'iode et les carbonates alcalins en solution aqueuse; la solubilité des sels de soude des acides d'une part, l'insolubilité des lactones iodées d'autre part, donnent à cette réaction une grande sensibilité en même temps qu'une forme remarquablement simple.

» On dissout l'acide (1^{mol}) dans un excès de solution aqueuse de carbonate de soude, puis on ajoute l'iode en excès (au moins 4^{at}) dissous dans KI. On voit presque immédiatement se produire un précipité le plus souvent sous forme d'une masse noirâtre d'aspect résineux. Après 24 heures on sépare le dépôt, on le lave avec de l'eau contenant un peu de bisulfite de soude jusqu'à décoloration, puis on fait recristalliser, s'il y a lieu, dans un dissolvant convenable (l'alcool à 90° convient généralement). Les rendements sont quantitatifs.

([1]) *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Paris, 1902.

» La réaction est assez sensible pour séparer 1^{cg} d'acide hydropipérique (βγ) ou acide hydrosorbinique (βγ) mélangé à 3^{g} ou 4^{g} de leur isomère (αβ).

» Quelques-unes des lactones iodées ainsi obtenues sont liquides; d'une façon générale elles cristallisent beaucoup plus facilement que les lactones elles-mêmes ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'action des acides bromhydrique et chlorhydrique sur la triacétine. Obtention de quelques nouveaux dérivés halogénés de la triacétine.* Note de M. R. DE LA ACEÑA, présentée par M. Haller.

« 1° ACTION DE L'ACIDE BROMHYDRIQUE. — (*a*). *Préparation de l'αα-dibromomonoacétine.* — Lorsqu'on fait passer jusqu'à refus un courant d'acide bromhydrique dans la triacétine de M. Berthelot, il se produit une élévation de température et, si l'on abandonne la préparation au repos pendant quelques jours ou si on la chauffe de suite au bain-marie en tube scellé, on obtient par distillation fractionnée un produit qui passe sous 40^{mm} entre 130°-135°. Ce produit est l'αα-dibromomonoacétine

$$CH^2Br - CH.OCOCH^3 - CH^2Br,$$

car, par réduction en milieu éthéré au moyen du couple zinc-cuivre et d'acide acétique cristallisable j'ai obtenu de l'alcool isopropylique $CH^3 - CH - OH - CH^3$ bouillant à 80° sous 760^{mm}. La dibromomonoacétine symétrique est une huile neutre, douée d'une odeur fraîche et très aromatique; elle est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'eau éthérée, très soluble dans l'alcool et dans l'éther, se décompose très rapidement, même dans l'obscurité, en devenant acide. Sa densité à 15° est égale à 1,5880.

» (*b*). *Préparation de l'α-monobromodiacétine.* — Ce produit est très difficile à obtenir exempt de traces du dérivé dibromé, aussi ai-je cherché un procédé qui me permît d'empêcher la formation de ce dernier en opérant en milieu fortement éthéré. L'acide bromhydrique étant très peu soluble dans l'éther ordinaire et sa fixation sur le mélange d'éther et de triacétine impossible à suivre, j'ai eu recours à une solution de ce corps dans l'acide acétique cristallisable qui en dissout 75 pour 100 à 15° :

Triacétine	100^{g}
Éther sec	150
Solution acétique saturée d'acide bromhydrique	95

» On dissout la triacétine dans l'éther, puis on porte le flacon dans un mélange ré-

([1]) J'adresse mes remercîments à MM. les Professeurs Jungfleisch, Bourquelot et Blaise (de Nancy) qui m'ont offert la plupart des nombreux acides utilisés dans ce travail ou les matières premières employées à leur préparation.

frigérant et lorsque la température est de quelques degrés inférieure à 0°, on verse peu à peu la solution acétique d'acide bromhydrique. Le mélange est ensuite placé pendant 6 à 8 jours dans un récipient plein de glace et à l'abri de la lumière, après quoi on neutralise par une solution de carbonate de soude. La couche éthérée contenant le dérivé bromé est ensuite séchée sur du chlorure de calcium puis distillée dans le vide. Dans ces conditions il ne se forme que des traces du dérivé dibromé et le rendement en produit pur est de 50 pour 100. Il y a là asssurément une méthode qui pourra être avantageusement utilisée pour l'obtention d'autres corps moins substitués. Le corps ainsi obtenu est bien l'α-monobromodiacétine $CH^2Br—CH.OCOCH^3—CH^2.OCOCH^3$ car par réduction j'ai obtenu l'isopropylglycol bouillant à 188°, caractérisé par l'analyse organique, $CH^3—CH.OH.CH^2OH$. Cette monobromodiacétine présente les mêmes caractères que le dérivé dibromé mais elle est bien plus stable. Sa densité à 15° est égale à 1,2905. Elle distille sous 40^{mm} entre 150° et 155°.

» 2° Action de l'acide chlorhydrique. — L'acide chlorhydrique dans ces mêmes conditions se comporte comme l'acide bromhydrique; c'est ainsi que j'ai obtenu l'αα-dichloromonoacétine bouillant sous 40^{mm} entre 115°-120° et dont la densité à 15° est égale à 1,1618 et enfin une α-monochlorodiacétine bouillant sous la même pression entre 145°-150° et ayant à 15° une densité égale à 1,1307. Quant aux propriétés elles sont analogues à celles des deux dérivés bromés correspondants, seulement ils sont plus stables que ces derniers.

» *L'αβ-dichloromonoacétine.* — Je l'ai obtenue en chlorurant directement l'alcool allylique et en éthérifiant ensuite par l'anhydride acétique. Ce dérivé présente absolument les mêmes caractères que son isomère et il distille à la même température. Sa densité à 15° est égale à 1,1677.

» *L'α-monoiododiacétine.* — Je l'ai obtenue par double décomposition en traitant le dérivé choisi correspondant par l'iodure de sodium sec en solution dans l'alcool méthylique anhydre et en maintenant la préparation pendant quelque temps au bain-marie. Ce corps est un liquide huileux très instable, sa densité à 15° est égale à 1,4584. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation des cétones aromatiques par le nickel réduit. Nouvelle méthode de synthèse des carbures aromatiques.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. Georges Lemoine.

« En appliquant la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens aux cétones aromatiques, telles que l'acétophénone, j'ai été amené à trouver une nouvelle méthode de synthèse des homologues de la benzine qui peut rendre dans certains cas de grands services. J'ai été également amené à mettre en évidence et à utiliser une propriété du nickel réduit qui n'avait pas encore attiré l'attention.

» Lorsque l'on réduit du nickel en vue d'obtenir un catalyseur hydrogénant, on sait que ce catalyseur est d'autant plus puissant qu'il est plus divisé et que sa préparation a été faite à une température plus basse.

» Cette faculté plus ou moins grande d'hydrogénation ne se révèle pas seulement par la quantité de substance hydrogénée, mais également par la *nature de la réaction chimique effectuée*.

» C'est ainsi qu'en hydrogénant à 190°-195° les cétones aromatiques de la formule générale ($C^6H^5 - CO - R$) à l'aide de nickel réduit, préparé en réduisant à 300° du protoxyde de nickel anhydre Ni O, on limite la réaction rigoureusement aux termes de la réaction suivante :

$$(1) \qquad C^6H^5 - CO - R + 2H^2 = C^6H^5 - CH^2 - R + H^2O,$$

sans production du dérivé hexahydrogéné correspondant.

» Ce résultat peut s'expliquer soit par une action spécifique due au mode de préparation du catalyseur, soit peut-être également par la présence simultanée de la vapeur d'eau qui dilue l'hydrocarbure et lui permet d'échapper à une hydrogénation plus profonde.

» La réaction semble se faire rigoureusement suivant l'équation (1); il ne m'a pas été possible en effet de constater, même dans les produits de tête de la réaction, des carbures éthyléniques fixant le brome et pouvant faire admettre la production préalable de l'alcool secondaire correspondant, qui perdrait ensuite une molécule d'eau pour donner un carbure non saturé hydrogéné par le catalyseur.

» Lorsqu'on fait usage au contraire d'un catalyseur très actif, préparé à une température notablement plus base que 300°, on voit apparaître le dérivé hexahydrogéné correspondant.

» En traitant par cette méthode l'acétophénone, on obtient avec un rendement excellent (près de 95 pour 100) de l'éthylbenzine pure, bouillant à 136°-137° et se nitrant intégralement, ce qui indique l'absence de dérivé hexahydrogéné.

» La *p*-crésylcétone permet de préparer très facilement le *p*-méthyl-éthyl-benzène (point d'ébullition 158°-162°), qu'on ne pouvait préparer que péniblement par la méthode de Fittig.

» En appliquant cette méthode à la *p*-butyl-acétophénone qui se prépare aisément en traitant le butyl-(tertiaire)-benzène par le chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium, j'ai préparé le *p-butyl-(tertiaire)-éthyl-benzène*, carbure qui n'avait pas encore été préparé. C'est un liquide à odeur faible de carotte, bouillant à 209°-213° :

Trouvé............	C = 88,72 pour 100,	H = 11,22;
Calculé...........	C = 88,88	H = 11,11 pour 100.

» Afin de rechercher si cette méthode de réduction des cétones peut également s'appliquer à des cétones aromatiques où le groupe CO n'est pas en relation avec le noyau benzénique, j'ai soumis à la réduction la benzylacétone ($C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3$).

» J'ai obtenu avec la plus grande facilité le butylbenzène normal (point d'ébullition 180°) identique à celui qui a été préparé par Radziszewski par l'action du sodium sur un mélange de chlorure de benzyle et de bromure de propyle normal.

» Ce dernier exemple montre que l'on n'a pas à craindre par cette méthode les transpositions moléculaires si fréquentes dans les préparations au chlorure d'aluminium.

» Enfin, il convient de remarquer que cette transformation catalytique des cétones en carbure mène surtout aux isomères para. La méthode de Friedel et Crafts conduisait surtout aux isomères méta.

» Je me propose de continuer l'étude de l'hydrogénation catalytique des cétones, tant dans la série grasse que dans la série cyclique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases pyridiques et quinoléiques sur les éthers bromosuccinique et bibromosuccinique.* Note de M. **Louis Dubreuil**, présentée par M. Haller.

« Poursuivant l'étude de l'action des bases pyridiques et quinoléiques sur les acides et les éthers halogénés, j'ai fait réagir la pyridine, la quinoléine et la quinaldine sur les éthers bromosuccinique et bibromosuccinique. Ces composés étant insolubles dans l'eau, il ne m'a pas été possible d'étudier comparativement la réaction en liqueur aqueuse et en liqueur alcoolique, comme je l'avais fait pour les acides correspondants (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1063).

» *Bromosuccinate d'éthyle.* — Cet éther étant liquide, il est inutile d'employer un dissolvant : on le met en contact avec un excès de base (4^{mol} de base pour 1^{mol} d'éther), puis on abandonne le mélange à lui-même; dans le cas où l'on opère avec la pyridine, il est bon de mettre le vase où l'on fait la réaction sous une cloche en présence de potasse. Au bout de 1 jour ou 2 jours le liquide renferme des cristaux que l'on enlève. On le lave ensuite à l'eau acidulée, puis on extrait à l'éther. L'évaporation de la solution éthérée laisse un liquide bouillant à 215°-220°, se congelant à —2°, et que l'analyse caractérise comme étant le fumarate diéthylique : le rendement est quantitatif.

» Les cristaux obtenus avec la pyridine sont extrêmement déliquescents : ils se décomposent à 191° et constituent le bromhydrate de pyridine C^5H^5NHBr. Ceux obtenus avec la quinoléine fondent à 41° : ils sont décomposables par l'eau et ont pour formule $(C^9H^7N)^2HBr, 2H^2O$: enfin avec la quinaldine on obtient le bromhydrate basique $(C^{10}H^9N)^2HBr, 3H^2O$ fondant à 54° et décomposable par l'eau et l'alcool bouillant.

» Tous ces corps ont été analysés complètement et de plus on a déterminé volumétriquement pour chacun d'eux le poids moléculaire et le rapport $\frac{\text{acide}}{\text{base}}$, en utilisant le

fait bien connu que la pyridine, la quinoléine et la quinaldine, de même que beaucoup de bases organiques, sont sans action sur la phtaléine du phénol, tandis qu'elles produisent le virage du méthylorange, comme la potasse. Si donc à une solution d'un sel d'acide fort d'une quelconque de ces bases on ajoute de la phtaléine, puis de la potasse jusqu'à virage, la quantité de ce réactif qu'il a fallu ajouter correspond à l'acide du sel; dans la même prise on ajoute alors du méthylorange, puis de l'acide sulfurique jusqu'à virage : la quantité d'acide sulfurique correspond à la base du sel. Si le poids de celui-ci est connu, on a ainsi à la fois la proportion centésimale de l'acide et de la base. Si le poids de sel est inconnu, on a néanmoins le rapport $\frac{\text{acide}}{\text{base}}$, ce qui est particulièrement commode avec les sels déliquescents, difficiles à peser exactement, comme les sels de pyridine.

» *Bibromosuccinate d'éthyle.* — Cet éther, solide, est dissous dans un excès de base pure ou diluée dans l'alcool; avec la pyridine on laisse le mélange sous une cloche en présence de potasse. On a obtenu comme dans le cas précédent des cristaux de bromhydrate neutre de pyridine et de bromhydrate basique de quinoléine et de quinaldine. Le liquide, débarrassé de l'excès de base par un lavage à l'eau acidulée, est distillé dans le vide. On obtient ainsi avec la quinoléine et la quinaldine de l'éther bromomaléique bouillant à 140°, sous 12^{mm}.

» Avec la pyridine la réaction est moins nette : le mélange de base et d'éther bibromosuccinique se résinifie par un contact prolongé : d'autre part, si le temps de contact est trop court, le distillat entraîne du bibromosuccinate d'éthyle, dont il est pratiquement impossible de le séparer. Une méthode qui fera l'objet d'une communication ultérieure m'a permis de préciser les conditions dans lesquelles il fallait opérer. J'ai pu ainsi isoler, outre l'éther bromomaléique, l'éther acétylène-dicarbonique dont le point d'ébullition est sensiblement le même. Tous ces composés ont été analysés complètement.

» En résumé les trois bases étudiées agissent de la même façon sur les éthers bromosuccinique et bibromosuccinique : elles enlèvent à ces composés de l'acide bromhydrique et provoquent la formation d'éthers non saturés, éthers fumarique, bromomaléique et acétylène dicarbonique, suivant le cas : de plus, la quinoléine et la quinaldine passent à l'état de bromhydrates basiques, analogues au chlorydrate basique d'aniline récemment signalé par Sélivanof [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *La théorie des matières colorantes.* Note de M. Jules Schmidlin.

« Les rapprochements ingénieux de M. Witt ont été les premiers essais d'une théorie des matières colorantes. M. Witt regarde comme cause de

---

[1]) *Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXII, 1904, p. 565.

la coloration certains groupements qu'il appelle *chromophores.* Mais une substance ne renfermant que le groupe chromophore ne possède qu'un caractère colorant très faible et il faut développer celui-ci par l'introduction d'autres groupes que M. Witt a appelés *auxochromes.*

» Malheureusement nous ne sommes pas exactement fixés sur ces deux termes et le groupe chromophore peut être choisi assez arbitrairement et peut différer par suite notablement chez différents auteurs.

» Aussi nous n'avons aucune idée jusqu'ici sur les relations entre les groupes chromophores et auxochromes, d'autant plus que le caractère d'un auxochrome ne paraît pas assez défini.

» Bien que l'on ait remarqué que les groupes auxochromes possèdent des propriétés basiques ou acides bien prononcées, il en existe cependant des groupes basiques ou acides tels que CO^3H ou SO^3H qui ne sont nullement des auxochromes mais semblent, au contraire, diminuer les propriétés colorantes. Ce n'est alors qu'un choix très restreint de groupes acides ou basiques qui peut servir comme auxochromes et ce sont avant tout les groupes AzH^2 et OH.

» J'ai fait voir dans l'exemple des sels de rosaniline le rôle particulier des groupes amidés auxochromes qui, en établissant une chaîne triazine, forcent la molécule à établir sur un autre point un groupe endothermique pourvu de doubles liaisons aliphatiques : c'est le chromophore.

» Sans prétendre que cette façon d'envisager le rôle des groupes auxochromes se puisse appliquer à toutes les matières colorantes, il y a néanmoins une indication dans le fait que les propriétés auxochromes sont presque uniquement réservées au groupe amidé et à l'hydroxyle et l'on trouvera peut-être des explications semblables pour le rôle auxochrome de l'hydroxyle, basées sur la tétravalence de l'oxygène.

» Il est évident que, si le chromophore renferme des groupes amidés ou des hydroxyles, il est d'autant meilleur parce qu'il renferme déjà un élément auxochrome. On doit par suite réserver le nom de *chromophore* uniquement à des systèmes endothermiques renfermant des éléments neutres et surtout aux doubles liaisons aliphatiques du carbone.

» Déjà dans un hydrocarbure le cumul de doubles liaisons endothermiques peut fournir un colorant. Mais la plupart de ces corps endothermiques sont instables et sur ce point réside la différence principale entre ces corps colorés et une matière colorante proprement dite. La vraie matière colorante renferme *aussi un groupe endothermique* qui est *cause de la coloration,* mais celui-ci est *stabilisé* par un arrangement spécial de la molécule où prennent part *les groupes auxochromes et exothermiques.*

» On peut énoncer toutes ces considérations dans la définition suivante :

» *Une matière colorante est caractérisée par une molécule renfermant un groupe fort exothermique* (*auxochrome*), *lequel provoque par un arrangement spécial sur un autre point de la molécule la formation d'un groupe endothermique* (*chromophore*), *lequel renferme des doubles liaisons aliphatiques permettant à une partie de la molécule de vibrer en se servant des ondes lumineuses de même période comme moteurs.*

» L'essentiel est le dualisme caractéristique de la molécule colorante qui renferme deux groupes fort différents et doués de quantités d'énergies très différentes.

» Il est très remarquable que Helmholtz ([1]), en développant la théorie de la dispersion anomale de Sellmeyer, a trouvé nécessaire pour expliquer l'absorption d'introduire l'hypothèse suivante que je reproduis ici mot à mot :

» *Il faut admettre, ce qui ne répond peut-être pas tout à fait à la réalité, qu'il existe des masses centrales et lourdes de la molécule qui restent fixes et que la partie mobile de la molécule tend à maintenir vis-à-vis de ces masses fixes et vis-à-vis de l'éther une certaine position d'équilibre.*

» *Lorsqu'il y a absorption, il faut que la force vive du mouvement ondulatoire se transforme en mouvement intérieur irrégulier, c'est-à-dire en chaleur, par un procédé ressemblant au frottement et il y a lieu d'admettre alors une force semblable au frottement entre la partie mobile et la partie fixe de chaque molécule.*

» Ces considérations *d'ordre purement physique* exigent donc un *dualisme* de la molécule et, si l'on est arrivé d'un autre côté par des expériences *d'ordre chimique* et *thermochimique* à constater *ainsi un dualisme* caractérisant la molécule colorante, il est légitime d'en tirer la conclusion *que les systèmes exothermiques et endothermiques* constatés expérimentalement *correspondent à la partie fixe et à la partie mobile* dans la théorie de Helmholtz. Toutes ces relations peuvent donner une idée du mécanisme intime et mystérieux qui produit la coloration. »

([1]) POGGENDORFF'S *Ann. der Physik*, t. CLIV, p. 582.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la tréhalase; sa présence générale dans les Champignons.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« Des recherches poursuivies de 1889 à 1893 [1], portant sur des espèces nombreuses et variées de Champignons, ont établi la présence générale, dans ces végétaux, d'un hexobiose, le *tréhalose*. D'autres recherches plus récentes [2] ont montré que les plantes phanérogames, ainsi que les Fougères et les Muscinées, renferment, et aussi d'une façon absolument générale, un autre hexobiose, le *sucre de canne*. C'est là, pour le dire en passant, entre les végétaux verts et les Champignons, une différence qui, tout en étant d'ordre chimique, a autant d'importance que celle qui repose sur la présence de chlorophylle dans les premiers et l'absence de ce principe dans les seconds.

» Ces deux hexobioses, susceptibles de s'accumuler dans certains organes, pouvant apparaître ou disparaître, suivant le moment de la végétation considéré, jouent évidemment un rôle analogue dans la nutrition des végétaux qui les renferment. Leur utilisation nécessite un dédoublement préalable en glucose pour le tréhalose, en glucose et lévulose pour le sucre de canne; et nous savons que ces dédoublements sont effectués par deux enzymes différents : la tréhalase et l'invertine.

» Si l'invertine est un enzyme nécessaire à la nutrition des Phanérogames, on doit supposer corrélativement que la tréhalase se rencontre en quelque sorte nécessairement chez tous les Champignons, l'enzyme pouvant cependant faire défaut dans les organes où le sucre s'accumule comme réserve alimentaire.

» Depuis la découverte de la tréhalase [3], qui n'a été signalée que dans 4 ou 5 espèces de Champignons, la question n'a pas été étudiée. Il y avait là une lacune que nous avons essayé de combler par de nouvelles expériences. Celles-ci ont été faites avec des Champignons aussi jeunes que possible et frais. Elles ont porté : 1° sur des espèces renfermant à l'état

---

(1) Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CVIII, 1889, p. 568; t. CXI, 1890, p. 578; *Bull. Soc. myc. de France*, t. V, VI, VII, VIII et IX, 1889-1893.

(2) Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 718; *Journ. Pharm. et Chim.*, 6e série, t. XVIII, 1903, p. 241.

(3) Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 826; *Bull. Soc. mycol. de France* (in extenso), t. IX, 1893, p. 189.

jeune du tréhalose et pas de mannite : *Boletus edulis* Bull., *B. aurantiacus* Bull., *Cortinarius elatior* Fr.; 2° sur des espèces renfermant à la fois du tréhalose et de la mannite : *Boletus badius* Fr., *Amanita muscaria* L.; 3° sur des Champignons renfermant de la mannite et pas de tréhalose ou seulement des traces de celui-ci : *Russula delica* Fr., *Russula Queletii* Fr., *Paxillus involutus* Batsch.

» Pour la plupart des espèces étudiées, les différentes parties du végétal : pied, chapeau, hyménophore (tubes ou lames) ont été l'objet d'essais particuliers. Ces essais ayant été effectués, d'une façon générale, dans des conditions très semblables, il nous suffira d'exposer le mode opératoire se rapportant à une seule espèce, le *Boletus edulis*, par exemple. Dans chaque individu, on a pris poids égaux du pied, du chapeau et de l'hyménophore, puis broyé séparément ces divers lots avec de l'eau thymolée saturée dans la proportion de 125g d'eau thymolée pour 100g d'organe; la proportion du liquide a du reste parfois varié avec les espèces utilisées. On a alors exprimé fortement, puis passé à travers un tampon de coton peu serré. Avec le liquide ainsi obtenu on a fait, et cela pour chaque organe, 3 mélanges A, B, C, ainsi qu'il suit (pied) :

A.

Macéré du pied, non chauffé	50cm³
Solution thymolée de tréhalose, $\frac{3}{100}$	50cm³
Thymol pulvérisé	0g,30

B.

Macéré du pied, non chauffé	50cm³
Eau thymolée	50cm³
Thymol pulvérisé	0g,30

C.

Macéré du pied, porté à l'ébullition et refroidi	50cm³
Eau thymolée	50cm³
Thymol pulvérisé	0g,30

» L'addition d'une certaine quantité de thymol est indispensable, au moins pour les Champignons, et ils sont nombreux, qui renferment des substances oxydantes. Ces dernières détruisent graduellement le thymol en solution, de sorte que, si l'on n'en a pas mis en excès, il arrive un moment où les mélanges, ne contenant plus d'antiseptique, sont envahis par les microorganismes.

» Les mélanges étaient ensuite abandonnés à la température du laboratoire (15°-17°). Au bout de 7 à 20 jours suivant les expériences, chacun de ces mélanges était examiné au polarimètre et essayé à la liqueur cupro-potassique. Aucune modification d'ordre fermentaire n'ayant pu se produire dans C, puisque le macéré fongique avait été porté à l'ébullition, il suffisait d'examiner les résultats obtenus avec A et B comparativement avec C, pour savoir si oui ou non il y avait eu hydrolyse du tréhalose dans le premier de ces mélanges, c'est-à-dire présence de *tréhalase* dans le macéré.

» Quelques expériences ont été faites en utilisant directement le pulpe

du Champignon à étudier; les essais étaient disposés du reste d'une façon analogue à celle exposée ci-dessus. En laissant intentionnellement de côté les résultats de ces derniers essais, ainsi que quelques faits secondaires, pourtant intéressants, mais qui trouveront leur place dans un Mémoire plus étendu, nous pouvons formuler les conclusions suivantes :

» Les macérés du pied et de l'hyménophore du *Boletus edulis* jeune et frais ne contiennent pas de tréhalase, mais il y a des traces de ce ferment dans le macéré du chapeau. Les résultats sont les mêmes pour le *Boletus aurantiacus* et le *Cortinarius elatior* (pour ce dernier, comme pour les autres Agaricinées, le *Paxillus involutus* excepté, les lames n'ont pas été séparées du chapeau). Ces résultats sont d'accord avec ce qui a été établi antérieurement [1] relativement à l'accumulation du tréhalose dans le pied des *Boletus edulis* et *aurantiacus* en particulier.

» La tréhalase existe dans les macérés du pied et du chapeau du *Boletus badius*, espèce dans laquelle on rencontre à la fois du tréhalose et de la mannite. Toutefois le dédoublement du tréhalose s'effectue très lentement; il n'y a pas de tréhalase dans l'hyménophore. L'*Amanita muscaria* donne également des macérés, nettement mais faiblement actifs.

» Enfin le *Paxillus involutus* et le *Russula delica*, dans lesquels l'analyse ne décèle que de la mannite, fournissent des macérés beaucoup plus riches en tréhalase que ceux des espèces précédentes.

» Si nous ajoutons à ces divers résultats ceux fournis par l'étude de nombreuses autres espèces, nous arrivons à cette conclusion principale que la tréhalase est un enzyme généralement présent dans les tissus des Champignons, l'époque de sa présence ou celle de sa disparition pouvant être en rapport étroit avec celles de l'utilisation du tréhalose ou de l'emmagasinement de ce dernier sous forme de matière de réserve. »

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur la mesure et sur les lois des variations de l'énergie disponible à l'ergographe suivant la fréquence des contractions et le poids soulevé*. Note de M. **Charles Henry** et de M[lle] **J. Joteyko**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait que l'on obtient l'énergie représentant la dépense du *travail statique* en divisant par 120 les kilogs-seconde qui expriment ce pseudo-

---

[1] Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 749.

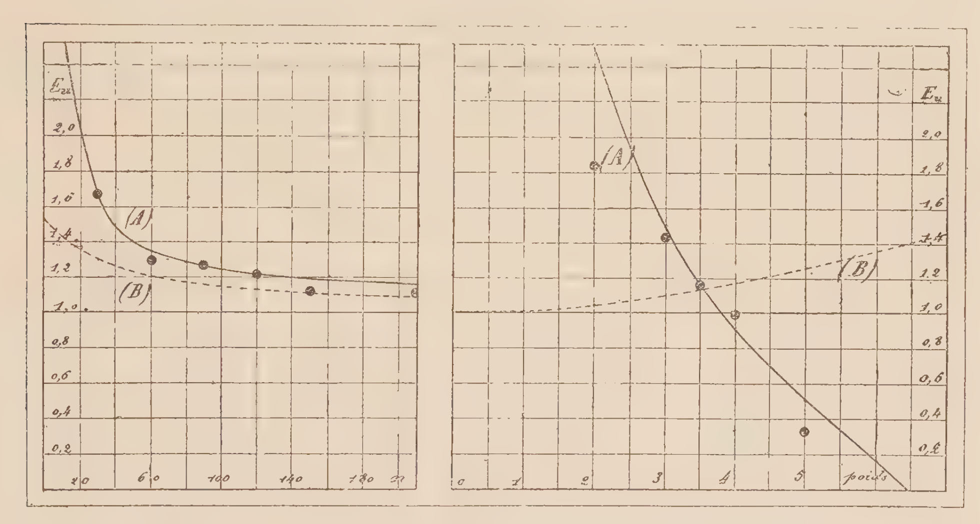
travail (¹) : il nous est possible ainsi de calculer l'énergie disponible du médius à l'ergographe : nous la désignerons par E_u (²).

» Cette énergie, lors de chaque contraction, est la somme du travail exécuté (produit de l'ordonnée maxima par le poids) et de la dépense du travail statique qui, dans les conditions de l'expérience, est représenté sensiblement par le produit des $\frac{3}{2}$ du poids par la demi-durée de la contraction (³).

» Cette énergie est une fonction de deux variables : le nombre des contractions n et le poids soulevé p.

» En faisant passer une courbe de sentiment à travers les différents points observés, nous avons obtenu pour $E_u = f(n)$, le poids étant $3^{kg},5$, la courbe n° 1 A et pour $E_u = f(p)$, le nombre des contractions étant 180, la courbe n° 2 A.

» Ces deux courbes doivent avoir évidemment une ordonnée commune, l'ordonnée



E_u pour $p = 3^{kg},5$, $n = 180$. Cette ordonnée a été trouvée plus petite lors de la série d'expériences sur $E_u = f(p)$ que lors de la série d'expériences sur $E_u = f(n)$: mais la première de ces séries ayant été faite l'été, c'est-à-dire dans des conditions où l'énergie disponible diminue notoirement et constamment pour l'expérimentateur, la deuxième série ayant été faite l'hiver, nous avons identifié cette ordonnée dans les deux courbes et multiplié toutes les ordonnées de $E_u = f(p)$ par le rapport des nombres trouvés respectivement dans chacune des séries pour $E_u(p = 3^{kg},5;\ n = 180)$. Cela revient à

(¹) *Comptes rendus*, 28 décembre 1903.

(²) Ernest Solvay, *Note sur des formules d'introduction à l'Energétique physio- et psycho-sociologique*, p. 7.

(³) *Comptes rendus*, 28 décembre 1903.

admettre que les $E_v = f(p)$ observées à deux températures différentes sont proportionnelles.

» L'équation de $E_v = f(n)$ est

$$(1) \qquad E_v = 1,1 + \frac{13,7}{n-6}.$$

» Nous tenons compte de ce fait que pour une contraction toutes les 10 secondes ($n = 6$), le travail est indéfini (Maggiora). On voit, d'après l'équation, que, comme le veut l'observation, pour n très petit, E_v est très grande et que, pour n très grand, par exemple $n = 180$, elle atteint presque sa valeur limite ($E_v = 1,1$ kilogrammètre pour $n = \infty$).

» L'équation de $E_v = f(p)$ est

$$(2) \qquad E_v = 1,318 \operatorname{cotang}(13°44' \times p).$$

» On voit par l'équation que E_v, pour un poids très petit, atteint une valeur infinie et, pour un poids relativement grand, une valeur nulle ($E_v = 0$ pour $p = 6^{kil},55$).

» Si l'on différentie (2), on trouve

$$\frac{dE_v}{dp} = -0,315 \frac{1}{\sin^2(13°44' \times p)}.$$

» On voit par là que la décroissance de E_v, quand p augmente, va sans cesse en diminuant; les variations de $\frac{dE_v}{dp}$ en fonction de p pouvant préciser dans une certaine mesure ce que l'on a appelé *l'excitation par le poids*.

» On s'est borné jusqu'ici à mesurer dans un ergogramme le travail. Nous allons donner pour $E_v = f(n)$ et pour $E_v = f(p)$ la relation de l'énergie disponible E_v avec le travail $\mathfrak{T}$ afin de permettre aux expérimentateurs de transformer les mesures faciles de travail en mesures d'énergie disponible, bien autrement intéressantes au point de vue physiologique et directement vérifiables par des mesures de dépense.

» Nous avons trouvé dans le premier cas (*fig.* 1 B)

$$(3) \qquad \frac{E_v}{\mathfrak{T}} = 1,02 + \frac{21,16}{n+40},$$

et dans le deuxième cas (*fig.* 2 B)

$$(4) \qquad \left(\frac{E_v}{\mathfrak{T}}\right)^2 = 1 + 0,0207 p^2.$$

» Si l'on fait varier à la fois n et p, on peut représenter d'une façon

suffisamment approchée l'ensemble des observations par la formule

$$(5)\qquad \frac{E_v}{\mathfrak{E}} = \left(0,95 + \frac{18,9}{n+40}\right)\sqrt{1+0,0207p^2}.$$

» En posant, par exemple, $p = 5^{kg}$, $n = 90$, on trouve $\frac{E_v}{\mathfrak{E}} = 1,34$, c'est-à-dire que E_v excède $\mathfrak{E}$, la quantité seule considérée jusqu'ici, de 34 pour 100. Quand le nombre des contractions est très grand ou que le poids est très petit, l'écart est très faible, car le travail statique devient négligeable.

» Si l'on observe que l'énergie potentielle E_c est la même sensiblement dans les différentes expériences pour un même expérimentateur, les relations (1) et (2) peuvent être considérées comme exprimant à un facteur constant près les variations de $\frac{E_v}{E_c}$, c'est-à-dire des rendements en énergie utilisable. En remplaçant E_v par sa valeur en fonction de $\mathfrak{E}$, tirée de (5), on aurait des rendements en travaux mécaniques. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la loi de variation de poids du* Penicillium glaucum *en fonction de l'âge*. Note de Mlle M. **Stefanowska**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai résumé les résultats de mes études sur la croissance en poids dans plusieurs espèces de végétaux et tout particulièrement sur la croissance du maïs. Le graphique qui y figure montre que, dans cette espèce, l'accroissement du poids en fonction du temps est exprimé par deux hyperboles qui se coupent : sous ce rapport, l'analogie est complète entre la plante et l'animal (²).

» Dans la présente Note je résume les résultats de mes recherches sur l'accroissement du poids de la substance sèche chez les Champignons. Cette étude, entreprise au laboratoire de M. R. Chodat, à l'Université de Genève, se rapporte à deux espèces : la *Sterigmatocystis nigra* et le *Penicillium glaucum*. Ces Champignons ont été cultivés sur le Raulin acide et stérilisé dans des flacons à fond plat et de formes identiques. On faisait tous les jours la récolte et l'on déterminait le poids de la substance sèche.

---

(1) *Sur la croissance en poids des végétaux* (*Comptes rendus*, 1er février 1904).

(2) Voir ma Note *Sur la croissance en poids de la Souris blanche* (*Comptes rendus*, 4 mai 1903).

» L'évolution du poids de ces Champignons en fonction du temps présente deux phases bien distinctes :

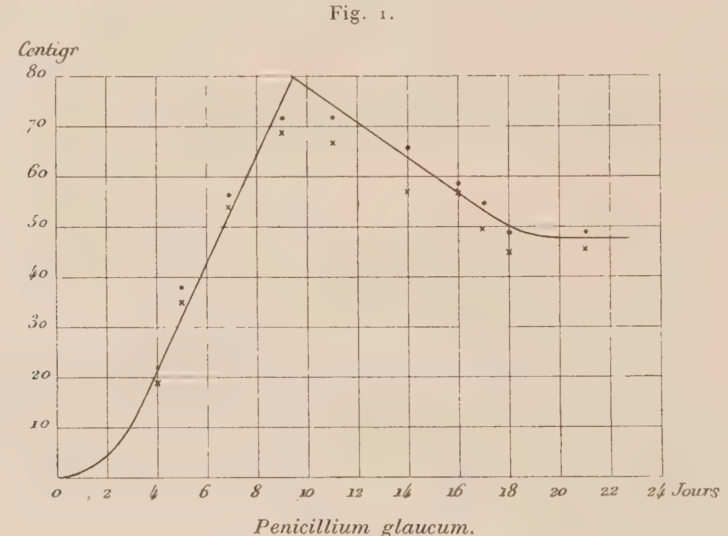
» 1° Une phase d'ascension rapide jusqu'à l'époque de la fructification;

» 2° Une phase de décroissance qui apparaît soudainement après la fructification. C'est l'époque de la vieillesse.

» Ce dernier résultat concorde avec la conclusion de recherches de M. Malfitano (1), qui ont démontré que les filaments du mycélium mûr vident leur contenu dans le liquide de culture et y abandonnent peu à peu les matériaux qui les composent et leurs diastases.

» La figure 1 s'applique au *Penicillium glaucum* : les courbes de la *Sterigmatocystis nigra* affectent la même allure.

Fig. 1.



Penicillium glaucum.
Variations de poids de la substance sèche en fonction de l'âge.

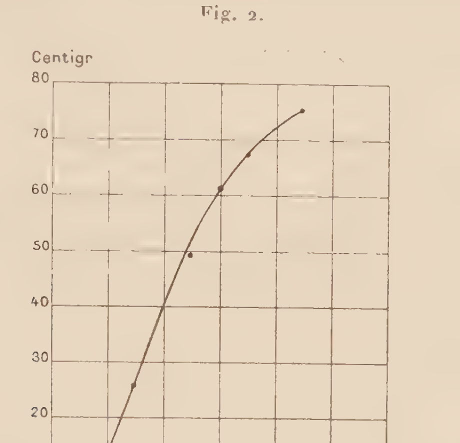
» Sur la figure 1 les points observés représentent deux séries de pesées faites dans des conditions rigoureusement identiques sur des Champignons contenus respectivement dans deux flacons séparés : les nombres de chacune des séries étant représentés sur le graphique par un point ou par une croix.

» Les flacons étaient préalablement stérilisés à l'aide de la vapeur surchauffée; on ensemençait dans chacun d'eux le même nombre de spores. La culture se faisait à une température à peu près constante dans la demi-obscurité. Les pesées étaient effectuées après lavage complet sur filtre et dessiccation pendant 4 à 6 heures dans une étuve à 110°.

(1) *La protéolyse chez l'*Aspergillus niger (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1900).

» Une autre série d'expériences nous avait donné antérieurement, pour la courbe de croissance en poids de la substance sèche de colonies, recueillies dans 3 flacons, du *Penicillium glaucum,* la figure 2, qui présente, avec le début d'autres courbes de croissance, une similitude évidente.

Fig. 2.



Penicillium glaucum.
Autre courbe de croissance de la substance sèche.

» M. Louis Bastien a bien voulu calculer pour nous les équations des deux hyperboles de la figure 1 : il trouve pour la première

$$11x^2 + 10xy - y^2 - 27x = 0,$$

et pour la seconde

$$7xy + 2y^2 - 330x - 320y + 10640 = 0,$$

les x représentant des jours et les y des centigrammes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Transformations du nouvel appareil sécréteur des Conifères.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« L'appareil sécréteur, que nous avons signalé l'an dernier chez les Conifères ([1]), peut subir, dans son évolution, des transformations qui masquent complètement son caractère primitif.

([1]) G. Chauveaud, *Un nouvel appareil sécréteur chez les Conifères* (*Comptes*

» Cet appareil est formé au début de cellules plus ou moins allongées, dont le contenu se colore généralement en brun par la potasse, l'ammoniaque, etc.

» Tantôt ces cellules demeurent reconnaissables, comme éléments sécréteurs, jusqu'au moment où elles disparaissent, soit par exfoliation (tubes sous-épidermiques de l'hypocotyle), soit par résorption (tubes centraux de la racine).

» Tantôt elles subissent des modifications si profondes qu'elles deviennent tout à fait méconnaissables.

» 1° *Transformation en fibres.* — Souvent leur paroi s'épaissit beaucoup en se lignifiant, leur cavité se réduit de plus en plus; en même temps leur contenu se modifie progressivement, de telle sorte que la cellule sécrétrice se trouve transformée en fibre.

» Ainsi dans un Sapin, l'*Abies holophylla* par exemple, la tige et la feuille, au début, possèdent de nombreuses cellules sécrétrices. Dans la feuille très jeune ces cellules sont disposées les unes sous l'épiderme, les autres au-dessous et au-dessus du faisceau libéroligneux et se distinguent aisément par la coloration du contenu dont elles sont gorgées. Très rapidement ces cellules se transforment et deviennent les fibres que les auteurs décrivent sous le nom de *sclérenchyme*. Par contre les cellules sécrétrices de la tige ne subissent pas cette transformation; elles conservent leur caractère primitif, que l'on peut reconnaître encore à la fin de la seconde année.

« 2° *Transformation en cellules de parenchyme.* — Parfois le produit de sécrétion est résorbé et le contenu de l'élément sécréteur devient hyalin, comme le contenu des cellules non différenciées. Son noyau alors entre en division et une cloison transversale sépare les deux noyaux nés de cette division. Ensuite, dans chaque moitié de l'élément ainsi partagé, le noyau nouveau se divise à son tour et une autre cloison se produit. Ce cloisonnement se répète ainsi, d'autant plus souvent que l'élément considéré est plus allongé, de telle façon que finalement un élément sécréteur, primitivement indivis, peut être transformé en vingt cellules superposées en file. C'est là un fait que nous croyons nouveau dans l'histoire du tissu sécréteur des plantes.

» Par exemple les feuilles des Ifs (*Taxus*), qui s'épanouissent au printemps, présentent, au-dessus et au-dessous de leur faisceau libéroligneux, des éléments dont quelques-uns dépassent la moitié de la longueur de la feuille. Vers le milieu de l'été

---

rendus, 4 mai 1903). — *Disposition du nouvel appareil sécréteur dans le Cèdre de l'Himalaya* (Cedrus Deodara) (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, 1903, p. 243).

ces éléments sont en voie de cloisonnement et, à l'automne, leur cloisonnement est achevé. Dès lors toute trace d'appareil sécréteur semble avoir disparu dans ces feuilles, car les cellules provenant de ce cloisonnement sont semblables aux autres cellules du conjonctif.

» Ce qui précède peut expliquer pourquoi cet appareil sécréteur avait jusqu'ici échappé aux recherches chez les Conifères, alors qu'on le connaissait depuis longtemps chez les Cycadées, où son évolution est moins rapide. Son existence dans le groupe des Conifères se montre même plus générale que celle des canaux sécréteurs, qui manquent, comme on sait, chez les Ifs. Seulement, tandis que ces canaux sécréteurs, d'apparition plus tardive, persistent, se prêtant toujours à l'observation, les éléments sécréteurs dont nous parlons évoluent et doivent être saisis dans leur période active, en particulier pendant le développement embryonnaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation dans des atmosphères riches en acide carbonique.* Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. L. Maquenne.

« J'ai montré (¹) que des plantes élevées dans des atmosphères plus riches en acide carbonique que ne l'est l'air normal peuvent profiter de cet excès et acquérir un développement supérieur à celui que prennent des plantes semblables dans l'air ordinaire.

» On pouvait objecter que les expériences n'avaient porté que sur un très petit nombre d'espèces, principalement des laitues; en outre les plantes étaient placées dans des cloches et il pouvait se faire que, pour les sujets de contrôle, dans l'air ordinaire, cet air ne se renouvelât pas d'une façon suffisante, d'où pénurie d'acide carbonique.

» Pour me mettre à l'abri de ces objections, j'ai installé cette année deux cages vitrées, chacune d'une contenance un peu supérieure à un mètre cube et pouvant recevoir un assez grand nombre de pots.

» L'une, imparfaitement close, destinée aux plantes de contrôle, renfermait de l'air normal, qui s'y renouvelait bien, puisque de nombreux dosages m'ont toujours donné le chiffre normal d'acide carbonique, trois dix-millièmes.

» Dans la seconde on introduisait chaque matin de l'acide carbonique provenant de la décomposition du bicarbonate de soude par la chaleur, en quantité telle que la

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 325, et t. CXXXVIII, 1904, p. 291.

proportion de ce gaz dans l'atmosphère de la cage fût d'environ $\frac{18}{10000}$. Le soir on trouvait naturellement un taux plus faible, mais jamais inférieur à $\frac{12}{10000}$; de sorte que l'on peut admettre une moyenne de $\frac{15}{10000}$, c'est-à-dire cinq fois la teneur de l'air ordinaire.

» Dans la journée, pour éviter l'action des rayons solaires directs, on étendait des toiles sur les cages; chaque soir elles étaient ouvertes de façon à être bien aérées pendant la nuit.

» Pour les expériences on choisissait, pour chaque espèce, quatre plantules aussi pareilles que possible, deux pour la cage de contrôle, deux pour la cage à acide carbonique; lorsque les plantes n'étaient pas exactement semblables, on mettait les deux plus faibles dans l'atmosphère enrichie en acide carbonique. Elles étaient toutes enracinées dans de la terre de jardin contenue dans des pots à fleurs ordinaires.

» Les observations ont été poursuivies de la fin de mai à la fin de juillet, époque à laquelle on a coupé et pesé les plantes; quelques-unes furent prises un peu plus tôt. Voici le résumé des résultats obtenus; les poids indiqués sont ceux des parties aériennes de deux pots dans chaque cas. Au début le poids des plantules était très faible, puisqu'elles venaient de germer; seuls les géraniums, menthes et fuchsias provenaient de petites boutures :

Plantes.	Poids des parties aériennes dans l'air normal.	Poids des parties aériennes dans l'air à $\frac{15}{10000}$ de CO^2.	Poids des plantes dans l'air enrichi en CO^2 en faisant égal à 100 le poids des plantes dans l'air normal.
Résédas	27 g	41 g	155
Coléus	34	50	147
Laitues	21	36	171
Géraniums	45	118	262
Muscs	24	37	154
Bégonias semperflorens	98	135	138
Centaurées	32	39	122
Acherantes	33	56	170
Capucines	56	86	153
Ricins blancs	26	45	173
Menthes	28	36	129
Tabacs rouges	30	54	180
Tabacs blancs	51	101	198
Balsamines	36	65	180
Coquelicots	21	30	143
Fuchsias	30	29	97

» On voit que dans tous les cas, sauf un, celui des fuchsias, il y a eu un

avantage très marqué à fournir aux plantes un supplément d'acide carbonique. L'augmentation moyenne a été de 60 pour 100.

» L'aspect des plantes était le même dans les deux cas, les dimensions étant un peu plus fortes en présence d'un excès d'acide carbonique.

» Les résédas, géraniums, muscs, bégonias, capucines, menthes, coquelicots et fuchsias ont fleuri; la floraison a été plus hâtive et plus abondante chez les plantes poussant dans l'air enrichi en acide carbonique que chez les plantes témoins.

» Seuls les fuchsias, comme il a été dit, n'ont pas profité de l'excès d'acide carbonique, mais ils n'en ont pas souffert; d'ailleurs dans les deux cas ils ne se sont que peu développés. Peut-être les conditions de l'expérience, température élevée, humidité assez grande de l'atmosphère, n'étaient-elles pas favorables à cette plante. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production expérimentale de Radis à réserves amylacées*. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai précédemment montré que les tubercules de Radis et les bulbes d'Oignon peuvent se constituer en dehors de toute intervention de microorganismes; au cours des recherches que j'ai effectuées sur ce sujet, j'ai obtenu des tubercules de Radis qui présentent des différences importantes avec ceux qui proviennent de cultures faites dans les conditions ordinaires; je me bornerai dans cette Note à comparer les tubercules développés dans une culture en terre et au plein air avec ceux qui se forment dans une solution saline nutritive additionnée de 10 pour 100 de glucose, rendue solide à l'aide de gélose et introduite dans un tube de fort calibre bouché par un tampon d'ouate.

» Les individus des cultures pures envisagées ici ont des feuilles à limbe sensiblement réduit et à pétiole plus court et plus épais, mais ce qui les distingue surtout est leur coloration verte intense et la division plus profonde du limbe qui est nettement séqué au lieu d'être confusément lobé; on reconnaît par exemple trois paires de petits segments à la base du limbe qui se termine par un segment impair plus étendu. Les tubercules ne présentent dans leur aspect extérieur que des différences peu sensibles, telles qu'un développement plus abondant de radicelles. C'est surtout dans la structure interne des différents organes que les modifications sont importantes.

» Le limbe des feuilles normales apparaît comme constitué, en coupe transversale, par 9 assises de parenchyme comprises entre les épidermes supérieur et inférieur; les 4 assises supérieures forment un tissu en palissade peu accentué (les cellules ont environ 40^{μ} de diamètre perpendiculaire au limbe et 35^{μ} de diamètre transversal), les 5 autres assises constituent un tissu peu lacuneux; toutes ces cellules contiennent de nombreux chloroleucites uniformément répartis et dans lesquels on ne peut déceler par l'iode la présence de grains d'amidon; ceux-ci n'apparaissent dans la feuille que dans le parenchyme entourant les grosses nervures.

» Si nous passons au limbe des Radis obtenus dans la solution de glucose à 10 pour 100 nous constatons qu'il est plus mince ($0^{mm},4$ au lieu de $0^{mm},6$), que le nombre des assises n'est pas modifié, mais que le tissu formé par les 4 assises situées en dessous de l'épiderme supérieur est beaucoup plus nettement palissadique, par suite d'une réduction du diamètre transversal des cellules (15^{μ} au lieu de 35^{μ}), alors que suivant la direction perpendiculaire au limbe le diamètre n'a pas sensiblement changé. Les cellules palissadiques renferment de très petits chloroleucites (1^{μ}-2^{μ}) dans chacun desquels on constate l'existence de plusieurs petits grains d'amidon; mais ceux-ci deviennent très apparents dans les leucites du tissu lacuneux (8^{μ} environ) et d'autant plus gros qu'on se rapproche davantage de l'épiderme inférieur. Le parenchyme entourant les gros faisceaux contient aussi de volumineux grains d'amidon, apparaissant au nombre de 3 à 6 dans des leucites mesurant environ 18^{μ} et dont les cellules sont presque entièrement remplies.

» On retrouve dans le pétiole des différences de même ordre; alors qu'on ne rencontre d'amidon dans les conditions ordinaires, et en petite quantité, qu'autour des faisceaux, le pétiole des individus qui se sont développés dans le glucose contient une masse considérable d'amidon dans tout son tissu parenchymateux, y compris les parenchymes ligneux et libérien; les grains composés mesurent jusqu'à 30^{μ} de diamètre; contrairement au limbe le pétiole est beaucoup plus épais et apparait nettement comme un organe de réserve.

» C'est l'exagération de cette accumulation d'amidon qui est la caractéristique des tubercules obtenus dans les solutions concentrées de glucose. On sait que normalement les tubercules de Radis contiennent comme substances de réserves des sucres solubles dans le suc cellulaire; ce n'est que dans le parenchyme périphérique, formé par le cloisonnement du péricycle après l'exfoliation de l'écorce, qu'on peut observer une quantité appréciable d'amidon sous forme de grains assez petits (3^{μ}). Dans les tubercules provenant de cultures sur glucose à 10 pour 100, l'amidon apparaît en grains composés, mesurant 15^{μ}-20^{μ} et occupant presque entièrement la cavité de toutes les cellules parenchymateuses; c'est ainsi que la région vasculaire, située en dedans de l'assise génératrice, apparaît comme bour-

rée d'amidon; cette région, à la fois ligneuse et libérienne, se distingue en outre par un cloisonnement plus régulier et un développement plus abondant des éléments conducteurs.

» Nous avons donc obtenu dans nos expériences des tubercules qui présentent une abondante réserve amylacée figurée, au lieu de la réserve soluble normale, et qui par suite cessent d'être charnus et ont une consistance analogue à celle des tubercules de Ficaire ou de Pomme de terre.

» Le glucose paraît agir dans ces cultures de plusieurs manières; il intervient d'abord d'une façon directe comme aliment de la plante et vient s'ajouter dans les tissus aux substances sucrées provenant de l'assimilation chlorophyllienne; de plus il favorise indirectement le développement de la chlorophylle; pour ces deux raisons la quantité des substances sucrées contenues dans la plante augmente et d'autre part la forte concentration du liquide qui sert de substratum à la plante intervient pour faciliter la déshydratation de ces substances et leur transformation en amidon [1]. »

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Le* Solanum Commersoni *Dunal et ses variations dans leurs rapports avec l'origine de la Pomme de terre cultivée.* Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai cultivé et observé 7 formes de *Solanum* tubérifères sur les 24 connues et dont certains botanistes font des espèces irréductibles tandis que d'autres (Baker) les groupent à titre de simples variétés autour d'un type *S. eutuberosum*. Une seule forme a survécu après huit années de culture, c'est *S. Commersoni* Dunal, qui a présenté des phénomènes de variation et de productivité de nature à fixer sur elle tout à la fois l'attention des agriculteurs et des botanistes, en dehors du jour que ces faits me paraissent jeter sur l'origine si discutée des variétés cultivées sous le nom de *Solanum tuberosum* L.

» Il me suffira pour justifier cette proposition de dire que, dans l'espace

---

[1] Je dois faire remarquer à cet égard que la valeur de la pression osmotique de la solution nutritive n'intervient pas seule, mais que la nature de la substance organique a une action nettement spécifique; les résultats de mes expériences concordent à cet égard avec ceux de M. J. Laurent (*Recherches sur la nutrition carbonée des plantes vertes*, 1903); c'est ainsi qu'en opérant avec des solutions de glycérine isotoniques de solutions de glucose, les effets ne sont nullement comparables.

de deux années, l'espèce *S. Commersoni*, qui n'avait pas varié au Jardin botanique de Marseille, s'est tout à coup, en changeant de climat et de milieu (sol humide), transformée à ce point que tout botaniste non au courant des modifications successives survenues dans cette plante depuis l'état sauvage jusqu'à l'état actuel attribuerait certainement la dernière variété obtenue au *S. tuberosum*, aucune différence n'existant plus entre ces variétés de *S. Commersoni* et certaines de celles de la Pomme de terre ordinaire.

» C'est cette longue expérimentation et ces résultats qui manquaient aux botanistes dont les prévisions mettaient en cause, sans affirmation possible, la Morelle sauvage de Commerson comme origine probable de la Pomme de terre de Virginie, qui fut la première introduite en Angleterre.

» Aujourd'hui la chaîne est reconstituée sous nos yeux entre le *S. Commersoni* type, tel que je l'ai décrit en détail dans mon Mémoire, et ses variétés qui se confondent avec celle de la Pomme de terre cultivée depuis quatre siècles. Voici du reste les faits :

» En 1896 je recevais au Jardin botanique cinq petits tubercules inconnus gros comme des noisettes, très amers, provenant de l'Uruguay (bords de la rivière Mercédès), d'où sortirent autant de pieds de *S. Commersoni*. Cultivés pendant 7 ans en terre argileuse, sèche souvent mais non constamment arrosée, j'obtins, par sélection des tubercules, le type demeurant invariable, un développement progressif de ces tubercules qui passèrent progressivement du poids de 3^{g} à celui de 150^{g} maximum, tout en demeurant *couverts de lenticelles, attachés à l'extrémité de longs stolons et à pulpe verdâtre, cireuse, compacte et amère*. Dès 1901 je les mis largement en distribution avec l'espoir de voir varier la plante sous l'influence de nouvelles conditions de milieu et surtout du retour aux terres constamment humides (condition initiale). En 1902 et 1903 M. J. Labergerie, agriculteur très éclairé et très sagace du département de la Vienne (Verrières), me faisait connaître que, sur le petit nombre de pieds issus de mon envoi de tubercules, il avait obtenu trois variations : une à tubercules violets, une autre roses et une enfin à tubercules blanc jaunâtre. Cela en terres humides récemment défrichées.

» En outre la plante issue de ces tubercules avait changé d'aspect dans ses parties tant souterraines qu'aériennes. Les innombrables stolons (terminés par un tubercule) qui caractérisent le type s'étaient raccourcis, les formations tubérifères s'étant ramassées au pied de la tige. De plus les tubercules avaient perdu complètement leur amertume, leur peau s'était dépouillée des lenticelles et la teneur en fécule s'était élevée à 17 et même 20 pour 100; leur poids et leur volume s'étaient accrus, enfin les fruits très abondants dans le type commençaient à ne plus se former. Encouragé par ces résultats importants au point de vue agricole, M. Labergerie multipliait par tubercules, à l'aide de cette première récolte, ses trois variétés et plus particulièrement la violette. En mars 1904 il pouvait en montrer les produits et faire sur ce

sujet à la Société nationale d'Agriculture une Communication importante (mars 1904). Cette année je me suis rendu, en septembre, à Verrières où 10500 pieds de la variété violette étaient en végétation prospère malgré la sécheresse estivale, et cette variété, comme les autres, s'était admirablement maintenue. La violette a même présenté de nouveaux caractères : les tiges sont plus fortes (4^{kg}, 500 pour certains pieds) et plus longues (jusqu'à 4^{m}) ; les fleurs ont pris la forme et la couleur de celles de la pomme de terre ordinaire; les fruits, plus rares mais plus gros, sont teintés de violet et ont passé progressivement de l'état cordiforme à l'état sphérique propre à *Sol. tuberosum* et à ses variétés; les feuilles plus larges, d'un vert plus foncé, sont devenues plus velues; à leur aisselle ont apparu des tubercules violets allant de la grosseur d'un œuf de pigeon à celle d'un ovoïde du poids de 600^{g}. Quant aux tubercules, ils se sont maintenus comme forme et ont été d'autant plus nombreux à chaque pied que ceux-ci, toutes conditions égales, végétaient dans un terrain plus humide.

» Il serait impossible en cet état de reconnaître dans la variété de Labergerie l'espèce type dont elle est sortie et d'établir aucune différence entre elle et certaines variétés de *Sol. tuberosum*, telles que *North Star* par exemple, que j'ai cultivée à Marseille et *Early rose* que M. Labergerie cultive à Verrières. Si bien qu'on est amené par ces faits à admettre que *Sol. Commersoni* a joué un rôle important dans la formation de nos variétés actuelles de la Pomme de terre ordinaire. La seule différence, mais elle est capitale, réside dans ce fait que la production est plus accusée dans les variétés de *Sol. Commersoni* en terres humides, mais cette condition se maintiendra-t-elle ?

» Conclusions. — 1° *Le Sol. Commersoni* ayant varié dans le même sens que l'ensemble de nos *Sol. tuberosum* actuels, cette espèce a certainement joué un rôle important dans la formation de nos pommes de terre ordinaires.

» 2° Le parallélisme frappant qui existe entre les mêmes séries de variations semble dénoncer entre les deux espèces originelles une connexion étroite qui donne grand appui à la manière de voir de Baker.

» 3° Les variations subites et durables, survenues sous l'influence du changement des conditions ambiantes et surtout du retour de l'espèce de Commerson à son milieu humide initial, montrent à quel point la plasticité de certaines espèces est considérable et combien les phénomènes de mutations signalés par De Vries peuvent être profonds puisqu'ils font perdre, en deux générations, tous les caractères propres à l'espèce.

» 4° La variation violette de *Sol. Commersoni* paraît actuellement, à raison de sa grosse productivité (63000^{kg} à l'hectare) et de sa prédilection pour les terres humides, promettre une application heureuse à la mise en valeur culturale des terres marécageuses, jusqu'ici à peu près improductives. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Théorie nouvelle du phototropisme.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« Pour la plupart des auteurs le phototropisme consiste dans l'orientation de l'être vivant suivant la direction des rayons lumineux de la source éclairante. Mais il y a une objection à cette manière de voir : les rayons lumineux qui frappent un être vivant ont, sauf dans des cas tout à fait exceptionnels, des directions variées, beaucoup de ces rayons ayant été réfléchis ou réfractés par les corps voisins. D'ailleurs il n'est pas facile de comprendre comment un être vivant peut s'orienter par rapport à un faisceau de rayons lumineux; des savants tels que Lœb, Radl, se sont torturé l'esprit pour résoudre ce problème; Lœb a supposé que la lumière agit sur les animaux par l'intermédiaire de substances chimiques impressionnables contenues dans les téguments; Radl a fait intervenir une « pression lumineuse » très faible qui aurait été mesurée par certains physiciens (pression Maxwell-Bartholdi). Des explications telles que celles-ci, physico-chimiques et mécaniques, bien qu'invraisemblables ont séduit les esprits et supplanté les explications des psychologues, d'après lesquelles les animaux s'orienteraient par rapport à des objets *vus* à distance, explications qui évidemment doivent elles aussi être rejetées.

» Ici même j'ai montré (*Comptes rendus,* 28 décembre 1903) que souvent, chez les Métazoaires inférieurs (*Convoluta*, certains Annélides), le phototropisme n'est qu'une apparence, n'est que le résultat de la concentration des animaux à la limite des ombres, la lumière n'ayant en somme *qu'une action tonique* sur ces êtres. Mais chez certains Métazoaires plus élevés en organisation (certains Annélides, Mollusques, Arthropodes) la lumière a parfois une *action tropique* très nette et chez ces animaux j'ai mis en évidence un certain nombre de faits qui conduisent à une théorie nouvelle du phototropisme.

» 1° Toutes les fois que l'on produit une inégalité entre les quantités de lumière reçues par les deux yeux (excision, vernis, écran noir), on détermine un *mouvement de manège* [1], le rayon du cercle parcouru étant d'autant plus petit que l'inégalité d'éclairement est plus prononcée (*Société de Biologie,* 22 octobre 1904).

---

[1] Ce fait était déjà connu incomplètement et récemment le Dr Nuel a entrevu qu'il pourrait peut-être servir à expliquer le phototropisme.

» 2° Toute surface éclairée placée vis-à-vis d'un œil tend à orienter l'organisme tout entier vis-à-vis d'elle ou en sens contraire, et semble ainsi exercer sur l'organisme une sorte d'*attraction* ou de *répulsion;* toutes les attractions et répulsions correspondant aux diverses surfaces avoisinantes (murs, fenêtres, objets divers) admettent une résultante, suivant la direction de laquelle l'animal s'oriente et qui ne coïncide pas en général avec la direction des rayons lumineux qui arrivent directement de la principale source éclairante (*Société de Biologie,* 24 octobre 1904).

» *Je considère les actions tropiques de la lumière comme la conséquence d'actions toniques asymétriques :* la lumière reçue par l'œil a, par l'intermédiaire du système nerveux, une action sur les muscles du même côté, action excitatrice ou inhibitrice suivant les circonstances (position de l'animal, *Société de Biologie,* 4 novembre 1904; état de dessiccation; habitat; heure de la marée); tant que l'action dynamogène de la lumière n'est pas la même du côté droit et du côté gauche, l'animal tourne en se déplaçant et la rotation s'arrête pour une position dans laquelle les deux yeux ont sensiblement le même éclairement.

» Ce qui intervient donc *directement* dans l'orientation d'un animal, ce n'est ni la direction des rayons éclairants, ni la situation des objets environnants, c'est uniquement l'éclairement des deux yeux. Si, sur un plan horizontal par exemple, on réunissait entre eux tous les points qui présentent le même éclairement, on obtiendrait les *lignes équipotentielles du champ lumineux* en un point l'animal devrait s'orienter suivant la normale à la ligne équipotentielle passant par ce point, *direction du champ lumineux,* et les trajectoires suivies devraient être les *lignes de force du champ lumineux*. En réalité une Littorine se comporte, dans le *champ lumineux* ainsi défini, sensiblement comme une aiguille aimantée dans le champ magnétique. D'une façon analogue, quand une Littorine est soustraite à l'action de la lumière, elle s'oriente suivant les lignes de plus grande pente du support matériel, véritables lignes de force du champ d'action de la pesanteur. Toutefois, suivant l'état de la matière vivante, la direction de la force qui oriente l'animal subit des oscillations autour d'une position moyenne et ne coïncide pas rigoureusement avec la direction du champ lumineux ainsi qu'il a été défini plus haut; les trajectoires suivies par l'animal peuvent s'obtenir en supposant que les lignes de force tracées dans le champ lumineux subissent des déformations incessantes, rappelant les déformations des lignes de force du champ magnétique; mais ces déformations sont la conséquence des modifications biologiques de l'être vivant. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence, dans le Salzkammergut, de quatre nappes de charriage superposées.* Note de MM. **Émile Haug** et **Maurice Lugeon**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dès 1896, l'un de nous concluait à l'existence de phénomènes de charriage sur le bord septentrional des Alpes orientales, s'étendant vers l'est au moins jusqu'à Salzbourg. Plus tard, les faits observés dans le soubassement du Rhätikon et certaines superpositions anormales constatées dans les Alpes de Bavière nous amenaient l'un et l'autre à étendre à tout le versant nord de la chaîne, cette hypothèse des nappes de charriage, basée sur l'étude des Alpes suisses. Logiquement le charriage du Rhätikon entraînait d'ailleurs la même conséquence pour toute la large zone des Alpes calcaires septentrionales. D'autre part nous avions été frappés par les difficultés qu'avaient éprouvées les auteurs à interpréter les variations de facies dans le sens horizontal, observées dans les terrains secondaires, en particulier dans le Salzkammergut.

» On sait quel trouble ont jeté dans la classification du Trias alpin les essais tendant à établir le parallélisme des calcaires de Hallstatt avec la série triasique *normale* des Alpes septentrionales. Nous nous étions maintes fois demandé si le rapprochement brusque de facies si différents n'était pas dû à la superposition par charriage de deux nappes, constituées chacune par un type spécial des terrains triasiques.

» La publication, à l'occasion du Congrès géologique international en 1903, d'une Notice sur les excursions du Salzkammergut, par M. Kittl, celle d'un aperçu sommaire de la géologie de cette même région, par M. E. von Mojsisovics, ne firent que nous confirmer dans nos prévisions et nous décidèrent à entreprendre en commun une tournée dans les environs de Hallstatt.

» Nos observations personnelles et l'étude des trop rares publications tectoniques relatives à la région nous amenèrent rapidement à la conviction qu'il existe, dans cette partie des Alpes calcaires septentrionales, *quatre* nappes superposées, que les vallées entament plus ou moins profondément, de manière à faire apparaître les nappes inférieures dans des *fenêtres* ménagées au milieu des nappes supérieures. Chacune de ces nappes est caractérisée par des facies spéciaux du Trias et du Lias et par la localisation de certains termes de la série mésozoïque.

» La première nappe, que nous appellerons *nappe des Alpes de Bavière,* sert de soubassement aux trois autres et il est infiniment probable qu'elle repose elle-même sur des plis à facies helvétique. Dans le Salzkammergut des couches triasiques appartenant à cette nappe n'affleurent que dans le massif de l'Osterhorn, sous la forme du *Hauptdolomit* et du *Plattenkalk.* Ce sont les termes les plus élevés du Trias, ils supportent en concordance une série rhétienne très remarquable, étudiée jadis par M. Suess, à laquelle fait suite un Trias constitué par les calcaires rouges d'Adneth et par les *Fleckenmergel.* Puis viennent des couches à Radiolaires et des calcaires zoogènes représentant le Jurassique.

» Dans les environs de Hallein, le Tithonique est recouvert en concordance par les couches néocomiennes du Schrambach et du Rossfeld. Les couches de Gosau reposent, par contre, en discordance sur ces divers termes de la série secondaire.

» La deuxième nappe, que nous appellerons la *nappe du sel,* repose sur la précédente et comprend les termes suivants : 1° Couches de Werfen et formations salifères; 2° marnes du Zlambach, représentant le Trias supérieur, le Rhétien à Coralliaires et le Lias; 3° couches de Gosau, souvent directement superposées aux couches de Werfen. Les termes inférieurs reposent sur divers terrains de la première nappe : sur les marnes du Lias, à Berchtesgaden; sur le Néocomien, à Dürrnberg, près Hallein; également sur le Néocomien au Rossfeld et à Grünbach, près Golling.

» Ces superpositions anormales ne sont plus contestées, mais M. Schlosser les attribue à des poussées venant du nord, tandis que pour nous les quatre nappes ont leur origine bien au sud de leur emplacement actuel.

» La troisième nappe est celle des *calcaires de Hallstatt.* On pourrait être tenté de la réunir à la précédente, mais certains faits militent en faveur de son indépendance.

» A la mine de sel d'Aussee, on a observé la superposition de calcaires de Hallstatt noriens aux marnes du Zlambach qui recouvrent le sel. De même, près des salines de Hallstatt, des marnes liasiques fossilifères nous ont semblé s'enfoncer sous les calcaires noriens du Steinbergkogel. D'autres fois les calcaires de Hallstatt reposent sur les couches de Gosau. Il est vrai que, dans de nombreux cas, ils s'appuient directement sur les couches de Werfen ou sur les couches salifères.

» D'ailleurs cette troisième nappe est essentiellement discontinue, la quatrième nappe se trouvant, en de nombreux points, en contact direct avec la deuxième. Souvent elle est réduite aux calcaires de Hallstatt, d'autres fois le Trias supporte encore d'épaisses masses de calcaire tithonique. Les calcaires de Hallstatt sont quelquefois étirés en amas lenticulaires et peuvent même présenter des traces d'un vigoureux laminage, ainsi qu'il résulte des observations de Bittner à la Pailwand, près Abtenau.

» La quatrième nappe, à laquelle pourrait convenir le nom de *nappe du Dachstein,* est constituée par une série triasique et liasique bien différente par ses facies de celle des nappes inférieures. On y rencontre des dolomies représentant l'étage ladinien, des couches à *Cardita,* appartenant au Carnien inférieur, les calcaires du Dachstein, souvent coralligènes, mais renfermant aussi de rares Ammonites carniennes et noriennes. Les couches de Kössen n'y sont représentées que localement. Le Lias est à l'état de calcaires à Brachiopodes, connus sous le nom de *calcaires du Hierlatz.* Le Tithonique est coralligène et nettement transgressif (Untersberg).

» Cette nappe supérieure forme de grands plateaux déchiquetés par les agents atmosphériques et limités sur tout leur pourtour par des parois abruptes. L'érosion a profondément entamé la couverture primitivement continue et c'est dans les larges dépressions verdoyantes situées au pied des grands abrupts qu'affleurent les couches salifères, les calcaires de Hallstatt, les couches de Gosau, constituant les nappes sous-jacentes.

» M. E. von Mojsisovics a fort bien reconnu la localisation des calcaires de Hallstatt dans plusieurs grandes dépressions qu'il appelle des *lagunes*, mais qui en réalité sont des *fenêtres*, des *regards* dans la nappe supérieure. De même les couches de Gosau sont localisées dans les vallées et, jusque dans ces derniers temps, les auteurs autrichiens ont voulu y voir des dépôts effectués dans des vallées préexistantes, dans de véritables fjords antécrétacés. Nous avons pu nous assurer qu'elles appartiennent tantôt à la première, tantôt à la deuxième nappe et qu'elles apparaissent dans des *regards* ménagés par l'érosion dans les deux nappes supérieures. Dans la vallée de Gosau cette interprétation s'imposera, nous en sommes convaincus, à tous les observateurs familiarisés avec la tectonique des nappes.

» Nous ajouterons que toute la région du Salzkammergut est comme hachée par des failles verticales, postérieures aux charriages, et que ces accidents secondaires masquent souvent la structure fondamentale du pays.

» Il nous paraîtrait prématuré de discuter dès à présent la question du lieu d'origine de chacune des quatre nappes que nous avons distinguées dans le Salzkammergut.

» Des recherches étendues à l'ensemble des Alpes orientales sont encore nécessaires. Mais, dès aujourd'hui, nous croyons devoir signaler les analogies de facies qui existent entre les facies de la nappe inférieure et ceux de la zone du Gailthal ; les calcaires de Hallstatt, le Muschelkalk inférieur de la Schreyer Alm, les couches du Hierlatz ont par contre leurs analogues dans les Dinarides. »

GÉOLOGIE. — *Sur les Préalpes subbétiques au sud du Guadalquivir.* Note de M. **Robert Douvillé**, présentée par M. de Lapparent.

« Le long du bord sud de la Meseta, le Guadalquivir coule au milieu d'une large vallée de 30^{km} de largeur en moyenne. Cette vallée est formée par un complexe marneux crevé par de nombreux pitons dolomitiques. C'est le bas pays.

» Il est formé par le Trias gypseux typique avec des bandes de dolomie dirigées à peu près toutes N60°E et paraissant localisées à sa partie supérieure. Les riches mines d'hématite et de fer oxydulé de la région sont toutes localisées au niveau de ce Trias qui renferme en outre beaucoup de pointements ophitiques. Il est recouvert transgressivement par un important complexe de marnes blanc verdâtre, quelquefois un peu rosées avec intercalations calcaires fossilifères qui contiennent à la base des *Lepidocyclina*, au sommet des *Lithothamnium*, de grands *Clypeaster* et de nombreux Mollusques et Foraminifères. Quelquefois elles sont remplacées latéralement par des mollasses contenant la même faune.

» Ces marnes et ces calcaires représentent toute la base du Miocène (Aquitanien, Burdigalien et peut-être une partie de l'Helvétien). Dans tout le bas pays, dès qu'on s'éloigne de son bord sud de plus de 1^{km}, ils sont toujours faiblement ondulés et ne comportent jamais de discordance. Le fleuve lui-même coule au milieu de marnes et de mollasses pliocènes rigoureusement horizontales, qui se sont déposées après la fermeture du détroit Nord-Bétique.

» Bordant au sud le bas pays suivant une ligne passant par Jaèn et approximativement EW, commencent les chaînes subbétiques qui forment le haut pays. Ce massif montagneux, compris entre Jaèn et Grenade, a un aspect très disloqué qui rappelle à s'y méprendre les Préalpes suisses. Il s'élève à environ 1800^{m} au-dessus du fond de la vallée qui, vers Jaèn, est à 400^{m}. Il comprend, dans la région étudiée : le Jurassique, très pauvre en fossiles; le Crétacé, assez fossilifère et l'Éocène.

» Aux environs de Jaèn on est frappé de voir que la plupart des massifs crétacés, qui forment la plus grande partie du relief de la région, sont entourés, les uns sur la majeure partie, les autres sur la totalité de leur périphérie, par les marnes et calcaires miocènes. Dans tous les endroits où l'on peut en observer la stratification on constate que ces derniers plongent franchement *sous* le Crétacé qui repose par suite sur un terrain plus récent. Au Zumbel alto, près de Jaèn, la coupe est la suivante, de haut en bas :

» 4. Calcaires massifs du Crétacé supérieur. — 3. Lambeaux de calcaires aptiens à orbitolines. — 2. Marnes et calcaires miocènes. — 1. Gypse et marnes irisées du Trias, avec ophite.

» D'autre part, dans toute la région et en des points à peine distants de quelques kilomètres, nous avons vu reposer sur le Trias indifféremment le Néocomien, le Cénomanien ou le Crétacé supérieur. Ce fait est impossible à expliquer par des failles ou des oscillations de rivage.

» Il semble bien probable qu'on soit en présence d'une ou plusieurs nappes venues du sud et composées de terrains secondaires et éocènes. Ces nappes ont glissé sur le substratum de Trias qui se montre en plusieurs points à travers des boutonnières. La tête des plis est venue recouvrir le Miocène sur 4^{km} ou 5^{km}, mais il semble que ce dernier phénomène ne se soit produit que là où la nappe rencontrait le complexe marneux miocène, et qu'au contraire là où elle se trouvait en présence de masses importantes de calcaires à *Lithothamnium* ou à *Clypeaster,* elle se bornait à les rebrousser violemment (Jaèn, La Guardia).

» En résumé les chaînes subbétiques joueraient, entre le bas pays et le massif cristallin de la Sierra-Nevada, exactement le même rôle que les Préalpes suisses entre la plaine mollassique et les hautes chaînes calcaires de Suisse et de Savoie. Il est intéressant de rapprocher ces phénomènes de ceux signalés par M. Nicklès dans les provinces de Valence, Murcie et Alicante (Jurassique surmontant le Crétacé ou le Nummulitique) et de constater que les phénomènes de recouvrement sont connus, dès maintenant, dans la zone des plissements alpins, de Vienne jusqu'à Cadix. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tension de l'acide carbonique dans la mer et influence réciproque de l'acide carbonique de la mer et de celui de l'atmosphère*. Note de M. **August Krogh**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Par tension de l'acide carbonique contenu dans l'eau de la mer j'entends la teneur pour 100, en acide carbonique, d'une atmosphère qui ne cède ni ne prend à l'eau aucune quantité de CO^2. On détermine aisément cette proportion en établissant l'équilibre de diffusion entre un volume d'eau de 1^l environ et une petite masse d'air, car la portion d'acide carbonique cédée par cet air ou absorbée par lui devient insignifiante en comparaison de la quantité totale contenue dans l'eau.

» Dans la mer on trouve l'acide carbonique soit combiné, comme carbonate normal et bicarbonate avec des bases soit, mais en très minime quantité, dissous. La quantité de CO^2 en dissolution est déterminée par la tension et par le coefficient d'absorption physique. Par une série d'expériences faites à une température constante on peut déterminer le rapport entre la quantité de bicarbonate et celle de l'acide carbonique libre (exprimée en fonction de la tension) et représenter cette relation graphiquement ou par une formule de dissociation. J'ai construit une courbe pour l'eau de mer à 15° et constaté que de faibles variations de la tension peuvent amener une modi-

fication considérable de l'état de dissociation accompagnée de grands changements dans la teneur en CO^2 faiblement fixé.

» L'Océan contient à peu près $6,55 \times 10^{16}$ kilogrammes d'acide carbonique dissociable, soit vingt-sept fois la quantité contenue dans l'atmosphère. Mes courbes permettent de calculer les variations que les changements de tension font subir à cette masse. Voici le Tableau que j'en ai tiré :

Tension pour 100.	Quantité en kilogrammes.
0,01	$4,57 \times 10^{16}$
0,02	$5,89 \times 10^{16}$
0,03	$6,55 \times 10^{16}$
0,04	$7,04 \times 10^{16}$
0,05	$7,36 \times 10^{16}$

» Ce Tableau met sous les yeux ce que M. Schlœsing a déjà développé avec tant de clarté, savoir : que la mer doit agir à l'instar d'un puissant régulateur sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air, car toute hausse ou baisse de la tension doit occasionner la fixation ou la libération de l'acide carbonique par quantités énormes.

» Toutefois ce réglage ne saurait être effectif si le dégagement et l'absorption de CO^2 n'avaient pas lieu avec beaucoup d'intensité, même pour de très petites différences de tension. M. Bohr a étudié la rapidité de ces évolutions (*Ann. der Physik und Chemie,* 1899) et fait des déterminations, grâce auxquelles je suis arrivé par le calcul à constater que la tension dans la couche aqueuse superficielle n'a besoin de baisser que de 0,001 pour 100 au-dessous de la teneur centésimale de l'atmosphère en CO^2 pour que la mer absorbe en un an une quantité d'acide carbonique pesant au moins $3,85 \times 10^{12}$ kilogrammes, ce qui équivaut à une fois et demie la consommation de charbon actuellement faite par l'industrie. Si donc une extrêmement petite différence de tension suffit à causer l'absorption ou le dégagement très rapide de masses d'acide carbonique notables en comparaison de la quantité totale de ce gaz présente dans l'atmosphère, il faut qu'il existe constamment un état d'équilibre, soit fixe, soit sujet à des écarts lents. Si la production de CO^2 en compense la consommation, il faut que la teneur centésimale de l'atmosphère en CO^2 devienne rapidement et exactement égale à la tension superficielle dans la mer; mais supposons que, par exemple, la production excède la consommation durant un certain nombre d'années, il doit surgir une différence de tension qui suffise pour que chaque année la mer puisse absorber presque complètement l'excès de production. C'est ce genre d'équilibre que j'appelle *à écarts lents,* parce que petit à petit il doit faire hausser la tension de l'acide carbonique tant dans la mer que dans l'air.

» L'exacte détermination de la tension de CO^2 des océans fournirait donc la réponse aux questions de diminution, accroissement ou constance de la quantité d'acide carbonique contenue dans l'atmosphère terrestre. On dispose déjà de données à l'aide desquelles on peut répondre à ces

questions, bien que provisoirement et sans atteindre à une certitude absolue.

» 1° J'ai fait une série de déterminations de la tension dans le nord de l'océan Atlantique; elles m'ont fait constater que partout la tension y est plus basse dans l'eau que dans l'atmosphère. Sa moyenne est de 0,023 pour 100. 2° En multipliant les mesures de la teneur centésimale de l'atmosphère en CO^2 et procédant avec beaucoup d'exactitude, on s'est convaincu que sur l'océan Atlantique et son littoral l'air contient moins de ce gaz (0,029 pour 100) que dans les régions centrales de l'Europe (0,033 pour 100). 3° Dans l'hémisphère austral, dont l'océan couvre la majeure partie, on a trouvé l'atmosphère beaucoup plus pauvre en acide carbonique que dans l'hémisphère boréal, soit 0,026 pour 100.

» Des faits mis en saillie sous 2° et 3°, c'est à peine si l'on peut conclure autre chose que ceci : dans la mer l'acide carbonique doit avoir une tension encore plus faible, en sorte que l'eau enlève ce gaz à l'atmosphère. On peut en inférer *que la teneur centésimale de l'atmosphère en* CO^2 *est actuellement en hausse et que la mer réagit contre cette hausse en absorbant le gaz.* »

PHYSIOLOGIE. — *Mesure de la sensibilité gustative chez l'homme et chez la femme*. Note de M. N. Vaschide.

« Dans une Communication à la Société de Biologie [1], M. Toulouse et moi nous avons fait connaître le résultat de nos recherches sur la mesure de l'odorat chez l'homme et chez la femme et nous avons constaté expérimentalement que l'odorat est plus fin chez cette dernière. Cela était vrai pour la sensation olfactive brute, pour la perception olfactive, de même que pour la reconnaissance des odeurs.

» J'ai pratiqué l'examen, avec le gusi-esthésimètre *Toulouse-Vaschide* [2], de la sensibilité gustative chez l'homme et chez la femme. La méthode consistait à se servir de solutions aqueuses de produits définis pour déterminer l'acuité sensorielle pour chacun des éléments de la gustation : salé, doux, amer et acide.

» Nous prévenions les sujets de la manière suivante : « Lorsque je vous le dirai, » vous sortirez votre langue et je déposerai sur elle une goutte de liquide. Puis vous » la rentrerez dès que je vous le dirai et vous l'appuierez contre le palais sans mouve» ments pour bien sentir le goût du liquide. Vous me direz ensuite, quand je vous le » demanderai et sans réfléchir, ce que vous sentez. Je vous préviens que je vous ferai

---

(1) Toulouse et Vaschide, *Mesure de l'odorat chez l'homme et chez la femme* (*Soc. de Biol.*, séance du 20 novembre 1899, p. 381-384).

(2) Toulouse et Vaschide, *Méthode pour la mesure du goût* (*Comptes rendus*, 1900).

» goûter des saveurs différentes et que je vous donnerai aussi à goûter de l'eau pure. » Si vous ne sentez aucun goût, vous me direz : *rien;* si vous sentez un goût sans » pouvoir le définir, vous me direz : *un goût;* et enfin, si vous reconnaissez le goût du » corps, vous m'en direz *le nom* ».

» J'insiste sur cette explication préliminaire, pour bien exposer les conditions expérimentales; dans ces recherches j'ai voulu déterminer la sensibilité gustative générale et nullement locale, comme nous l'avons fait pour déterminer la topographie de la sensibilité gustative de la langue ([1]).

» Nos recherches ont été pratiquées sur des infirmiers et des infirmières de l'asile de Villejuif, les mêmes sujets qui nous ont servi pour nos mesures sur l'olfaction; les résultats sont donc tout à fait comparables. Les moyennes pour les hommes se rapportent à 24 sujets et celles des femmes à 30 sujets; leur âge varie de 22 ans à 36 ans. Ils ont sensiblement la même instruction et le même genre de vie.

» Voici les moyennes :

	Minimum de sensation.		Minimum de perception.		Nombre de cas sur 10 où l'eau a été reconnue.		Nombre des saveurs-odeurs reconnues.	
	Hommes.	Femmes.	Hommes.	Femmes.	H.	F.	H.	F.
Salé......	3 p. 1000	1 p. 100	1 p. 100	4 p. 100	9,27	8,31		
Doux....	6 p. 1000	7 p. 1000	6 p. 100	7 p. 100	8,73	8,03	6,82	7,46
Amer...	5 p. 100000	8 p. 100000	5 p. 10000	8 p. 10000	8,90	7,82		
Acide....	8 p. 10000	7 p. 10000	8 p. 1000	7 p. 1000	9,40	9,20		

» Il résulte de nos expériences que l'homme a une sensibilité plus fine que la femme pour le salé; la supériorité persiste en faveur de l'homme, mais avec moins de différence, pour l'amer; pour l'acide et le doux leur sensibilité gustative est presque égale tant pour la sensation que pour la perception. La valeur des réponses concernant la sensation s'appuie, chez les hommes et chez les femmes, sur la proportion élevée des cas où l'eau a été reconnue.

» Remarque curieuse : quoique l'homme paraisse avoir un goût plus fin, la femme est supérieure pour la reconnaissance des saveurs-odeurs : sur 10 saveurs-odeurs les hommes en reconnaissent en moyenne 6,42, tandis que les femmes en reconnaissent 7,46. Cela tient sans doute à l'habitude qu'ont les femmes de porter, par leurs occupations de ménagère et leurs habitudes de toilette, davantage leur attention sur les saveurs et les odeurs des corps.

» Nous n'avons rencontré aucun ageusique parmi les hommes, mais seulement deux hypoesthésiques, qui n'ont pu rentrer dans les moyennes.

([1]) Toulouse et Vaschide, *Recherches expérimentales sur la topographie de la sensibilité gustative* (*Comptes rendus*, 1900).

» Des anosmiques étudiés ont présenté une sensibilité gustative parfaite et se font facilement remarquer par l'absence de la reconnaissance de toutes les saveurs-odeurs. Ils se comportent comme les sujets normaux quand ces derniers goûtent les saveurs-odeurs, leur nez étant préalablement bouché de manière à ne pas avoir de sensations olfactives. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Élimination du soufre et du phosphore, déminéralisation de l'organisme et grandeur de la molécule élaborée moyenne dans les dermatoses*. Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons fait connaître dans une Communication récente la relation qui existe entre les affections de la peau les plus diverses et la grandeur et la qualité de la désassimilation azotée. Il nous a paru intéressant de pénétrer plus avant dans l'étude de cette question en recherchant : 1° si la diminution de l'histolyse porte également sur les divers groupes d'albuminoïdes; 2° dans quelle mesure se fait l'oxydation des groupements sulfurés dont les déchets sont prépondérants dans les urines analysées; 3° quel est le degré de déminéralisation de l'organisme; 4° quelle est enfin, chez ces malades, la grandeur de la molécule élaborée moyenne, telle que l'a définie M. Bouchard.

» Les dosages de l'acide phosphorique, du soufre total, de l'azote total, du soufre peroxydé, du soufre conjugué, du chlorure de sodium et du résidu sec permettent, selon nous, avec le concours de la détermination du point cryoscopique, de résoudre ces différentes questions.

» Les rapports du phosphore et du soufre à l'azote total indiquent en effet l'intensité de la désassimilation des nucléoalbumines et des albumines riches en soufre telles que les kératines. On admet, pour le premier de ces rapports $\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Az\ total}}$, la valeur normale 18, ce qui veut dire que l'anhydride phosphorique correspond à 18 pour 100 de l'azote total. Or ce rapport a dépassé cette valeur dans 56 pour 100 des dermatoses étudiées. La destruction des nucléoalbumines est donc proportionnellement plus élevée chez nos malades que celle des albumines proprement dites.

» Au second rapport $\frac{\mathrm{S\ total}}{\mathrm{Az\ total}}$, on s'accorde à attribuer la valeur normale 17,2. Nos déterminations indiquent une valeur plus élevée dans 86 pour 100 des cas. Les affections cutanées entraînent donc une prépondérance très marquée de la désintégration des albuminoïdes riches en soufre, probablement des kératines du derme.

» Le rapport du soufre peroxydé au soufre total $\frac{\mathrm{S}^o}{\mathrm{S}^t}$ permet de répondre à notre deuxième question. Sa valeur moyenne normale est de 84 pour 100. Nous n'avons ren-

contré des valeurs inférieures que dans 41 pour 100 des cas. Ce résultat prouve encore que, si l'histolyse est réduite quantitativement par le plus grand nombre des affections cutanées, la qualité même de la destruction est moins souvent en défaut. C'est en effet la déduction que nous avions déjà tirée de la détermination du rapport azoturique. On sait que le rapport du soufre conjugué au soufre total $\frac{S^c}{S^t}$ est normalement de 10 pour 100. Nous l'avons trouvé exagéré dans 25 pour 100 des dermatoses. Ce résultat mesure la part qui revient aux intoxications d'origine intestinale dans ces maladies.

» Nous avons déduit le degré de déminéralisation de l'organisme de l'examen des rapports $\frac{S^t}{Az^t}$, $\frac{P^t}{Az^t}$, rapproché des proportions de chlorure de sodium éliminées chaque 24 heures. Ce mode d'appréciation est justifié par ce fait que le soufre, le phosphore et le chlore sont les éléments dont l'élimination entraîne presque toute la matière minérale urinaire. La déminéralisation de l'économie a été ainsi trouvée supérieure à la normale chez 56 pour 100 de nos malades.

» La molécule élaborée moyenne a une valeur de 71-72 à l'état normal, Nos analyses ne lui assignent une valeur plus élevée que dans 56 pour 100 des cas étudiés. Ce résultat confirme l'importance de cette nouvelle notion urologique. Les déterminations des coefficients azoturique et d'oxydation du soufre nous ont en effet appris que ces rapports ne sont inférieurs à leurs valeurs normales que dans 41 à 50 pour 100 des dermatoses, c'est-à-dire que les molécules d'albumine sont suffisamment hydratées et oxydées dans 50 à 59 pour 100 des cas. La détermination de la grandeur des molécules moyennes élaborées nous conduisant à un résultat sensiblement identique, nous en pouvons conclure en terminant que cette notion, plus facile à établir que les rapports précédents, offre néanmoins un égal intérêt dans l'étude des échanges nutritifs. »

PATHOLOGIE. — *Sur les rapports du Surra et de la Mbori,*
Note de MM. **Vallée** et **Panisset**, présentée par M. A. Laveran.

« En 1903 le vétérinaire militaire Cazalbou faisait connaître l'existence d'une Trypanosomiase soudanaise sévissant sur le dromadaire. Les caractères cliniques de cette affection sont assez spéciaux pour justifier l'opinion de l'auteur, qui considère la maladie comme une entité morbide distincte.

» Toutefois M. Laveran, dans son rapport à l'Académie de Médecine sur les intéressants travaux de M. Cazalbou, pouvait écrire : « Pour décider si » la *Mbori* est une entité distincte ou une variété du Nagana ou du Surra, » il y aura lieu de rechercher si des animaux ayant l'immunité pour le Na-

» gana et le Surra sont susceptibles de contracter cette Trypanosomiase et » inversement ([1]). »

» M. Laveran voulut bien nous confier cette intéressante recherche. Il mit donc à notre disposition le virus de la Mbori que lui avait fourni M. Cazalbou.

» Nous possédions à notre laboratoire d'Alfort deux veaux bretons inoculés de Surra le 6 juillet 1903 et une vache de même race hyperimmunisée contre le Nagana, inoculée elle aussi de Surra le même jour ([2]). Tous ces animaux semblaient guéris de leur infection à Trypanosomes.

» Ils furent inoculés le 19 juillet 1904 chacun avec 1^{cm^3} de sang de rat très riche en parasites du Surra.

» L'inoculation du sang recueilli chez ces trois sujets, dans les jours qui suivent cette épreuve, à des rats et à des lapins, prouve qu'ils ne sont point infectés de Trypanosomes. Ils possèdent donc bien l'immunité contre le Surra. Nous avions préalablement constaté que notre vache hypervaccinée contre le Nagana avait toujours l'immunité contre cette infection.

» Le 8 août, nos trois animaux reçoivent chacun 1^{cm^3} de sang de rat extrêmement riche en Trypanosomes de la Mbori. En même temps qu'eux, nous inoculons comme témoins deux bœufs bretons, un mouton et une chèvre.

» Le sang des trois sujets, vaccinés contre le Surra et inoculés de Mbori, ne se montre *nullement infectant* pour le rat les 18 et 30 août, non plus que le 17 septembre.

» Une seconde tentative d'infection par le Trypanosome de la Mbori est réalisée chez ces animaux le 19 septembre.

» Leur sang a été ensuite inoculé à la dose de 10^{cm^3}, répartie entre trois rats, aux dates suivantes : 24 septembre, 4 octobre, 13 octobre.

» *En aucun cas, le sang des veaux vaccinés contre le Surra ne s'est montré infectant;* une seule fois le sang de la vache vaccinée contre le Nagana et le Surra a infecté les rats (4 octobre); mais depuis cette date il n'a point été possible de lui reconnaître cette qualité, l'infection de ce sujet par la Mbori a été fugace et sa guérison spontanée.

» Par contre les Bovidés, le mouton et la chèvre témoins sont actuellement en pleine infection de Mbori.

» Les animaux vaccinés contre le Surra sont donc réfractaires à la Mbori. Cette constatation confirme l'opinion de M. Laveran qui rapproche au point de vue morphologique le Trypanosome de la Mbori de *Trypanosoma Evansi*, et l'on doit admettre dorénavant sinon l'identité absolue, au moins l'étroite parenté des deux parasites. »

([1]) A. Laveran, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, séance du 26 avril 1904, p. 348.

([2]) Le virus du Surra provenant de Maurice et celui du Nagana originaire du Zoulouland nous ont été donnés par M. Laveran.

M. Laveran présente, au sujet de la Note de MM. *Vallée* et *Panisset*, les observations suivantes :

« La Note de MM. Vallée et Panisset est très intéressante. Après avoir étudié le Trypanosome de la Mbori au point de vue morphologique et au point de vue de l'action pathogène sur différentes espèces animales, j'étais arrivé à conclure qu'il se rapprochait beaucoup de *Trypan. Evansi*. Aujourd'hui, grâce aux expériences qui ont été très bien conduites par MM. Vallée et Panisset à l'École d'Alfort, on peut aller plus loin et dire que la Mbori n'est qu'une forme du Surra.

» L'existence du Surra de l'Inde n'avait pas été signalée jusqu'ici sur le continent africain, une grave épizootie de Surra avait été observée seulement à l'île Maurice (1902-1904) ; il est bien probable que d'autres épizooties africaines dues à des Trypanosomes autres que le Trypan. du Nagana, décrites sous différents noms dans ces dernières années, doivent être rapportées également au Surra.

» MM. Vallée et Panisset ont constaté que des Bovidés ayant l'immunité pour le Surra ne s'infectaient pas de Mbori ; je me propose de faire la contre-épreuve et de rechercher si des animaux ayant l'immunité pour la Mbori peuvent ou non s'infecter de Surra, mais une chèvre et un bouc que j'ai inoculés de Mbori, il y a six mois, sont encore infectés aujourd'hui. Il est possible d'ailleurs que les résultats soient ici moins probants, car le Trypanosome de la Mbori me paraît être une variété de *Trypan. Evansi* moins virulente que le Trypanosome qui a produit l'épizootie de Maurice.

» L'évolution des infections produites chez les différentes espèces animales avec le Trypanosome de la Mbori est en général moins rapide que celle des infections par *Trypan. Evansi*. Chez le cheval en particulier on constate, à ce point de vue, une différence considérable. Un cheval inoculé de Mbori à Alfort est encore vivant au bout de six mois (le sang est encore infectant), alors que la durée ordinaire du Surra chez le cheval est de un à deux mois.

» Les souris infectées de Mbori guérissent facilement après une seule injection de trypanroth ; les rats guérissent aussi quelquefois après une ou deux injections de ce médicament et, en tout cas, le traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth donne chez eux d'excellents résultats.

» On guérit plus difficilement, à l'aide des mêmes procédés thérapeutiques, les souris et les rats infectés de Surra. Chez les souris il faut répéter les injections de trypanroth ou recourir au traitement mixte. Ce dernier

traitement doit toujours être employé chez les rats, encore a-t-on assez souvent des insuccès.

» Ces différences dans l'activité d'échantillons d'un virus provenant de points du globe très éloignés les uns des autres s'expliquent facilement; il serait même surprenant que, malgré les conditions différentes de culture auxquelles le Trypanosome du Surra a été soumis, pendant une longue période de temps sans doute, aux Indes et dans l'Afrique équatoriale, il eût conservé exactement la même virulence. »

M. A. **Breydel** adresse une Note sur « Les dangers pour l'aérostation de l'électricité atmosphérique et les moyens d'y remédier ».

M. A. **Ginard** adresse une Note ayant pour titre : « De la stabilité de route des carènes de dirigeables ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Vivier** signale un cas de foudre globulaire observé à la Rochelle, le 12 septembre 1904.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente la liste suivante de candidats, à la place devenue vacante par le décès de M. *Marey* :

En première ligne. . . . . M. **Dastre**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Gley**.
En troisième ligne . . . . M. **Marage**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5^h. M. B.